

R.16335

UNIVERSIDAD DE SEVILLA  
FACULTAD DE FILOSOFIA  
y  
CIENCIAS DE LA EDUCACION

*Los constructos de dos estudiantes  
para Profesores de Primaria acerca  
de las Matemáticas y su enseñanza.  
Influencia de las prácticas.*

TOMO I



*Tesis presentada para aspirar  
al grado de doctor por la Lda.  
M<sup>a</sup>. Victoria Sánchez García,  
dirigida por el Doctor Don  
Luis Miguel Villar Angulo.*

UNIVERSIDAD DE SEVILLA  
SECRETARIA GENERAL

Queda registrada esta Tesis Doctoral  
al folio 213 número 43 del libro  
correspondiente. 22 SET. 1989  
Sevilla, \_\_\_\_\_

Sevilla, Septiembre de 1989

El Jefe del Negocio de Tesis,

*Olivero de la Fuente*



\* 5 0 1 2 6 3 7 9 6 \*

FFCE J TD CE-032/034

T.D. CE  
32

UNIVERSIDAD DE SEVILLA  
Facultad F<sup>a</sup> y CC de la E. Biblioteca

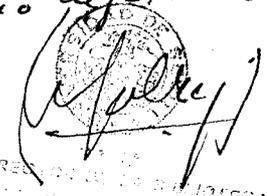
UNIVERSIDAD DE SEVILLA  
FACULTAD DE FILOSOFIA Y CIENCIAS  
DE LA EDUCACION  
BIBLIOTECA

Doy mi autorización a la Biblioteca de esta Facultad para que mi Tesis Doctoral... *Contructor de 2.ª eta -*  
*de la...*... *para profesor de 1.ª carrera*  
*de...*... sea consultada, según la modalidad abajo indicada:

- Solo consulta en sala de la Biblioteca
- Préstamo interbibliotecario
- Reproducción parcial
- Reproducción total
- Otros términos: Tipo de usuarios, etc.

NOTA: Conversado 9/11 con el compañero  
Salvador Llinares: silencio negativo  
23-V-99

Firmado:

  
EL DIRECTOR DE LA BIBLIOTECA  
FACULTAD DE FILOSOFIA Y CIENCIAS DE LA EDUCACION

Sevilla, 23 de Mayo de 1999

*Sin la ayuda de mi marido,  
y la colaboración de mis  
hijos, esta Tesis nunca se  
hubiese escrito. A ellos.*

## INDICE

RECONOCIMIENTOS.....	8
LISTA DE FIGURAS .....	9
LISTA DE TABLAS.....	21
RESUMEN.....	23

### I. CAPITULO PRIMERO

#### INTRODUCCION AL PROBLEMA DE INVESTIGACION

1. Propósito y supuestos básicos de la investigación	
1.1. Introducción.....	30
1.2. Propósito del estudio.....	42
1.3. Supuestos básicos de la investigación.....	52
2. Revisión de la bibliografía.....	55
2.1. Investigaciones sobre el conocimiento de los profesores y las Matemáticas: importancia de la materia específica.....	58
2.1.1. Una breve panorámica.....	58
2.1.2. La Escuela Francesa.....	67
2.1.3. Contenido del conocimiento de los profesores.....	71
2.1.3a. El conocimiento de la materia específica Matemáticas.....	86
2.1.3b. Investigaciones acerca del conocimiento	

de la materia específica Matemáticas.....	93
2.1.3c. Conocimiento de contenido pedagógico.....	108
2.1.4. Estructura y formas del conocimiento de los profesores.....	123
2.1.5. Uso práctico del conocimiento de la materia específica Matemáticas.....	130
2.2. La materia específica Matemáticas en la socialización de los profesores.....	149
2.2.1 Distintos paradigmas en la investigación de la socialización.....	149
2.2.2. Influencias en la socialización de los maestros anteriores a los estudios de Magisterio.....	155
2.2.3. El papel socializante de los estudios de Magisterio.....	169
2.2.4. Los cursos de materias específicas (Matemáticas).....	174
2.2.5. Las prácticas de enseñanza.....	185

**CAPITULO SEGUNDO**  
**METODOLOGIA DE INVESTIGACION**

1. Introducción.....	226
2. Perspectivas teóricas.....	232
2.1. La Teoría de los Constructos Personales de Kelly.	
2.2. Postulado fundamental y corolarios de la TCP.....	232
2.3. La Técnica de Rejillas.....	241
2.4. Fiabilidad y validez.....	256
2.5. Un modelo de desarrollo del profesor.....	260
3. Algunos estudios basados en la TCP.....	264
3.1. Una perspectiva general.....	264
3.2. Investigaciones relacionadas con las Matemáticas.....	281
4. Descripción del estudio.....	299
4.1. Participantes.....	299
4.2. Proceso de recogida de datos.....	307
4.3. Las Rejillas.....	314
4.4. El diario y la entrevista.....	333
5. Análisis de los datos.....	343
5.1. Análisis de las rejillas.....	343
5.2. Análisis de los diarios y la entrevista final.....	362

**CAPITULO TERCERO**  
**EL CASO DE CARLOS**

1. Introducción.....	375
2. Primer período de prácticas.....	382
2.1. Actuación y manejo de la clase.....	388
2.2. El profesor.....	398
2.3. Las Matemáticas como asignatura del curriculum.....	404
2.4. Las Matemáticas frente a otras asignaturas del curriculum.....	414
2.5. La enseñanza de las Matemáticas.....	424
3. Segundo período de prácticas.....	432
3.1. Actuación y manejo de la clase.....	439
3.2. El profesor.....	447
3.3. Las Matemáticas como asignatura del curriculum.....	453
3.4. Las Matemáticas frente a otras asignaturas del curriculum.....	460
3.5. La enseñanza de las Matemáticas.....	467

4. La entrevista final.....	474
4.1. Comportamiento en clase y trato con los alumnos.....	482
4.2. Importancia de los conocimientos.....	485
4.3. Las Matemáticas.....	488
5. Resumen.....	492

**CAPITULO CUARTO**  
**EL CASO DE MARY CARMEN**

1. Primer período de prácticas.....	503
1.1. Actuación y manejo de la clase.....	510
1.2. El profesor.....	519
1.3. Las Matemáticas como asignatura del curriculum.....	526
1.4. Las Matemáticas frente a otras asignaturas del curriculum.....	535
1.5. La enseñanza de las Matemáticas.....	544
2. Segundo período de prácticas.....	553
2.1. Actuación y manejo de la clase.....	563
2.2. El profesor.....	571
2.3. Las Matemáticas como asignatura del curriculum.....	578
2.4. Las Matemáticas frente a otras asignaturas del curriculum.....	586
2.5. La enseñanza de las Matemáticas.....	593
3. La entrevista final.....	601
3.1. Comportamiento en clase y trato con los alumnos.....	611
3.2. Importancia de los conocimientos.....	616
3.3. Las Matemáticas.....	621
4. Resumen.....	628

**CAPITULO QUINTO**  
**CONCLUSIONES E IMPLICACIONES**

1. Discusión.....	637
2. Conclusiones.....	646
3. Implicaciones.....	656
3.1. Innovación y desarrollo curricular.....	656
3.2. Formación del profesorado.....	658
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>661</b>

## RECONOCIMIENTOS

*A D. Luis Miguel Villar Angulo, director de esta Tesis Doctoral, por su ayuda y la confianza en mí depositada.*

*A D. Carlos Marcelo, por su amabilidad y sugerencias dadas a lo largo de la realización de este trabajo.*

*A Julián López, Eduardo García, Angeles Parrilla y otros compañeros y miembros del Departamento de Didáctica y Organización escolar por su colaboración y apoyo.*

*A Salvador Llinares Ciscar, mi compañero y amigo, por su continuo apoyo humano y científico.*

*Al Colectivo Antonio de Ulloa, que dio vida a este trabajo.*

## LISTA DE FIGURAS

- I.1. Ejemplo de red semántica de una lección para la resta (Leinhardt y Greeno, 1986).....81
- I.2. Diagrama de flujo para enseñar un algoritmo de reducir fracciones a común denominador.....82
- I.3. Red de planificación de un modelo para la explicación de la resta.....83
- I.4. Relación entre el conocimiento de la materia específica, el conocimiento pedagógico general, el conocimiento de contenido pedagógico y el proceso de enseñar según Marks (1989).....109
- I.5. Imagen del conocimiento de contenido pedagógico obtenida por Marks en sus investigaciones.....111
- I.6. Ampliación detallada de la imagen presentada en la figura I.5.....112
- I.7. Primera parte de un segmento de actividad de presentación para la enseñanza de un algoritmo (Leinhardt y Greeno, 1986).....137
- I.8. Ejemplo de mapa cognitivo describiendo la estructura conceptual del sistema de creencias de un estudiante para maestro en relación con la naturaleza de las

Matemáticas y su enseñanza (LLinares, 1989).....	219
I.9. Esquema del proceso seguido por LLinares (1989) en la integración de la información procedente de las distintas fuentes de obtención de datos.....	221
II.1. Ejemplo de la representación utilizada por McQualter y Warren (1983). Los ejes I y II corresponden a las dos primeras componentes principales. Las cruces representan elementos y los puntos sobre la circunferencia direcciones de constructos.....	284
II.2. Ejemplo de gráfica utilizada para representar las relaciones entre los constructos por Owens (1987a, 1988).....	296
II.3. Ejemplo de rejilla en blanco entregada a los participantes.....	332
II.4. Ejemplo de rejilla completada por uno de los participantes.....	344
II.5. Diagrama de flujo para el análisis de las rejillas (adaptado de Pope y Keen, 1981).....	348
II.6. Gráfica de cluster definida por los dos primeros factores principales.....	359
III.1. Comparación de las matrices de datos crudos de las rejillas 1A completadas por Carlos antes y después del primer periodo	

de prácticas.....	389
III.2. Diagrama de constructos correspondiente a la rejilla 1A de Carlos antes del primer periodo de prácticas.....	391
III.3. Diagrama de constructos correspondiente a la rejilla 1A de Carlos después del primer periodo de prácticas.....	396
III.4. Comparación de las matrices de datos crudos de las rejillas 1C completadas por Carlos antes y después del primer periodo de prácticas.....	399
III.5. Diagrama de constructos correspondiente a la rejilla 1C de Carlos antes del primer periodo de prácticas.....	401
III.6. Diagrama de constructos correspondiente a la rejilla 1C después del primer periodo de prácticas.....	402
III.7. Comparación de las matrices de datos crudos de las rejillas 2 completadas por Carlos antes y después del primer periodo de prácticas.....	405
III.8. Proyección sobre el plano definido por los dos primeros factores principales del diagrama de constructos correspondiente a la rejilla 2 de Carlos antes del primer periodo de prácticas.....	409
III.9. Proyección sobre el plano definido por	

<p>los factores principales 1 y 3 del  diagrama de constructos correspondiente a  la rejilla 2 de Carlos antes del primer  periodo de prácticas.....</p>	410
<p>III.10. Proyección sobre el plano definido por  los dos primeros factores principales del  diagrama de constructos correspondiente a  la rejilla 2 de Carlos después del primer  periodo de prácticas.....</p>	412
<p>III.11. Proyección sobre el plano definido por  los factores principales 1 y 3 del  diagrama de constructos correspondiente a  la rejilla 2 de Carlos después del primer  periodo de prácticas.....</p>	413
<p>III.12. Comparación de las matrices de datos  crudos de las rejillas 3 completadas por  Carlos antes y después del primer periodo  de prácticas.....</p>	415
<p>III.13. Proyección sobre el plano definido por  los dos primeros factores principales del  diagrama de constructos correspondiente a  la rejilla 3 de Carlos antes del primer  periodo de prácticas.....</p>	418
<p>III.14. Proyección sobre el plano definido por  los factores principales 1 y 3 del  diagrama de constructos a que lleva la  rejilla 3 de Carlos antes del primer</p>	

periodo de prácticas.....	419
III.15. Diagrama de constructos correspondiente la rejilla 3 de Carlos después del primer periodo de prácticas. Proyección sobre el plano definido por los dos primeros factores principales.....	422
III.16. Proyección sobre el plano definido por los factores principales 1 y 3 del diagrama de constructos correspondiente a la rejilla 3 de Carlos después del primer periodo de prácticas.....	423
III.17. Comparación de las matrices de datos crudos de las rejillas 1B completadas por Carlos antes y después del primer periodo de prácticas.....	425
III.18. Diagrama de constructos correspondiente a la rejilla 1B de Carlos antes del primer periodo de prácticas.....	427
III.19. Diagrama de constructos correspondiente a la rejilla 1B de Carlos después del primer periodo de prácticas.....	430
III.20. Comparación de las matrices de datos crudos de las rejillas 1A completadas por Carlos antes y después del segundo periodo de prácticas.....	440
III.21. Diagrama de constructos correspondiente a la rejilla 1A de Carlos antes del	

segundo periodo de prácticas.....	442
III.22. Diagrama de constructos correspondiente a la rejilla 1A de Carlos después del segundo periodo de prácticas.....	445
III.23. Comparación de las matrices de datos crudos de las rejillas 1C completadas por Carlos antes y después del segundo periodo de prácticas.....	448
III.24. Diagrama de constructos correspondiente a la rejilla 1C de Carlos antes del segundo periodo de prácticas.....	450
III.25. Diagrama de constructos correspondiente a la rejilla 1C de Carlos después del segundo periodo de prácticas.....	451
III.26. Comparación de las matrices de datos crudos de las rejillas 2 completadas por Carlos antes y después del segundo periodo de prácticas.....	454
III.27. Diagrama de constructos correspondiente a la rejilla 2 de Carlos antes del segundo periodo de prácticas.....	458
III.28. Diagrama de constructos correspondiente a la rejilla 2 de Carlos después del segundo periodo de prácticas.....	459
III.29. Comparación de las matrices de datos crudos de las rejillas 3 completadas por Carlos antes y después del segundo periodo	

de prácticas.....	461
III.30. Proyección sobre el plano definido por los dos primeros factores principales del diagrama de constructos correspondiente a la rejilla 3 de Carlos antes del segundo periodo de prácticas.....	464
III.31.. Proyección sobre el plano definido por los dos primeros factores principales del diagrama de constructos correspondiente a la rejilla 3 de Carlos después del segundo periodo de prácticas.....	466
III.32. Comparación de las matrices de datos crudos de las rejillas 1B completadas por Carlos antes y después del segundo periodo de prácticas.....	468
III.33. Proyección sobre el plano definido por los dos primeros factores principales del diagrama de constructos correspondiente a la rejilla 1B de Carlos antes del segundo periodo de prácticas.....	471
III.34. Proyección sobre el plano definido por los dos primeros factores principales del diagrama de constructos correspondiente a la rejilla 1B de Carlos después del segundo periodo de prácticas.....	473
III.35. Génesis de la crisis de Carlos en el contexto del control y manejo de la clase.....	495

III.36. La crisis de Carlos en el contexto de la enseñanza de la materia específica Matemáticas.....	497
III.37. Importancia de la falta de conocimientos de la materia específica percibida por Carlos, en el desarrollo del proceso que le condujo a la crisis.....	500
IV.1. Comparación de las matrices de datos crudos de las rejillas 1A completadas por Mary Carmen antes y después del primer periodo de prácticas.....	511
IV.2. Diagrama de constructos correspondiente a la rejilla 1A de Mary Carmen antes del primer periodo de prácticas.....	514
IV.3. Diagrama de constructos correspondiente a la rejilla 1A de Mary Carmen después del primer periodo de prácticas.....	517
IV.4. Comparación de las matrices de datos crudos de las rejillas 1C completadas por Mary Carmen antes y después del primer periodo de prácticas.....	520
IV.5. Diagrama de constructos correspondiente a la rejilla 1C de Mary Carmen antes del primer periodo de prácticas.....	521
IV.6. Diagrama de constructos correspondiente a la rejilla 1C de Mary Carmen después del primer periodo de prácticas.....	524

IV.7. Comparación de las matrices de datos crudos de las rejillas 2 completadas por Mary Carmen antes y después de su primer periodo de prácticas.....	527
IV.8. Diagrama de constructos correspondiente a la rejilla 2 de Mary Carmen antes del primer periodo de prácticas.....	529
IV.9. Proyección sobre el plano definido por los dos primeros factores principales del diagrama de constructos correspondiente a la rejilla 2 de Mary Carmen después del primer periodo de prácticas.....	532
IV.10. Proyección sobre el plano definido por los factores principales 1 y 3 del diagrama de constructos correspondiente a la rejilla 2 de Mary Carmen después del primer periodo de prácticas.....	533
IV.11. Comparación de las matrices de datos crudos de las rejillas 3 completadas por Mary Carmen antes y después del primer periodo de prácticas.....	536
IV.12. Diagrama de constructos correspondiente a la rejilla 3 de Mary Carmen antes del primer periodo de prácticas.....	538
IV.13. Proyección sobre el plano definido por los dos primeros factores principales del diagrama de constructos correspondiente a	

la rejilla 3 de Mary Carmen después del primer periodo de prácticas.....	542
IV.14. Proyección sobre el plano definido por los factores principales 1 y 3 del diagrama de constructos correspondiente a la rejilla 3 de Mary Carmen después del primer periodo de prácticas.....	543
IV.15. Comparación de las matrices de datos crudos de las rejillas 1B completadas por Mary Carmen antes y después del primer periodo de prácticas.....	545
IV.16. Diagrama de constructos correspondiente a la rejilla 1B de Mary Carmen antes del primer periodo de prácticas.....	548
IV.17. Diagrama de constructos correspondiente a la rejilla 1B de Mary Carmen después del primer periodo de prácticas.....	551
IV.18. Comparación de las matrices de datos crudos de las rejillas 1A completadas por Mary Carmen antes y después del segundo periodo de prácticas.....	564
IV.19. Diagrama de constructos correspondiente a la rejilla 1A de Mary Carmen antes del segundo periodo de prácticas.....	567
IV.20. Diagrama de constructos correspondiente a la rejilla 1A de Mary Carmen después del segundo periodo de prácticas.....	570

IV.21. Comparación de las matrices de datos crudos de las rejillas 1C completadas por Mary Carmen antes y después del segundo periodo de prácticas.....	572
IV.22. Diagrama de constructos correspondiente a la rejilla 1C de Mary Carmen antes del segundo periodo de prácticas.....	575
IV.23. Diagrama de constructos correspondiente a la rejilla 1C de Mary Carmen después del segundo periodo de prácticas.....	576
IV.24. Comparación de las matrices de datos crudos de las rejillas 2 completadas por Mary Carmen antes y después de su segundo periodo de prácticas.....	579
IV.25. Diagrama de constructos correspondiente a la rejilla 2 de Mary Carmen antes del segundo periodo de prácticas.....	583
IV.26. Diagrama de constructos correspondiente a la rejilla 2 de Mary Carmen después del segundo periodo de prácticas.....	585
IV.27. Comparación de las matrices de datos crudos de las rejillas 3 completadas por Mary Carmen antes y después del segundo periodo de prácticas.....	587
IV.28. Diagrama de constructos correspondiente a la rejilla 3 de Mary Carmen antes del segundo periodo de prácticas.....	589

IV.29. Proyección sobre el plano definido por los dos primeros factores principales del diagrama de constructos correspondiente a la rejilla 3 de Mary Carmen después del segundo periodo de prácticas.....	592
IV.30. Comparación de las matrices de datos crudos de las rejillas 1B completadas por Mary Carmen antes y después del segundo periodo de prácticas.....	594
IV.31. Diagrama de constructos correspondiente a la rejilla 1B de Mary Carmen antes del segundo periodo de prácticas.....	597
IV.32. Diagrama de constructos correspondiente a la rejilla 1B de Mary Carmen después del segundo periodo de prácticas.....	600
IV.33. Concepciones de Mary Carmen acerca de la enseñanza de las Matemáticas.....	632
IV.34. El papel del conocimiento en las prácticas de Mary Carmen.....	633

## LISTA DE TABLAS

I.1. Modelo analítico de Ernest (1989) para las distintas clases de conocimientos, creencias y actitudes de los profesores de Matemáticas.....	77
I.2. Cuestión utilizada por Ball (1989a) para analizar el conocimiento de los futuros profesores acerca del valor de posición y la numeración.....	94
I.3. Ejercicio de actuación acerca de la planificación de una lección de Matemáticas (Haertel, 1988).....	120
I.4. Ejercicio de actuación acerca de algoritmos abreviados de fracciones (Haertel, 1988).....	122
I.5. Formas del conocimiento del profesor según Shulman (1986b).....	126
I.6. Modelo de razonamiento pedagógico y acción (Shulman, 1987b).....	133
I.7. Cuestiones planteadas por Wilson (1987) a sus alumnos acerca del caso de George.....	176
I.8. Cuestionario utilizado por Ball (1988b, 1989b) para examinar los conocimientos acerca de la división de fracciones de los	

futuros profesores.....	180
I.9. Paradigmas en la educación del profesor y algunas de sus características principales según Zeichner (1983).....	194
II.1. Constructos de la rejilla de <i>temas</i> utilizada por Owens (1987a, 1988).....	293
II.2. Constructos de la rejilla de <i>papeles</i> utilizada por Owens (1987a, 1988).....	294
II.3. Proceso de recogida de datos en la investigación.....	313
II.4. Constructos utilizados en la rejilla 1A.....	318
II.5. Constructos utilizados en la rejilla 1B.....	319
II.6. Constructos utilizados en la rejilla 1C.....	322
II.7. Constructos utilizados en la rejilla 2.....	326
II.8. Constructos utilizados en la rejilla 3.....	329
II.9. Ejemplo de matriz de correlación.....	352

## RESUMEN

La investigación desarrollada en esta Tesis se centra en el estudio de las concepciones que acerca de las Matemáticas y su enseñanza tienen dos maestros en formación, así como la influencia que sobre las mismas ejercen los periodos de prácticas docentes. Estas concepciones se consideran una parte integral y esencial del conocimiento de los futuros maestros, y juegan un importante papel en el proceso de enseñanza, influenciando su labor como profesores.

Las prácticas de enseñanza constituyen un elemento clave en la formación de los futuros maestros, en que se enfrentan con una serie de transiciones y, entre ellas, con el paso de la teoría a la práctica, lo que equivale a un cambio en la forma de utilizar el conocimiento.

Uno de los propósitos de nuestro trabajo ha sido analizar la interacción entre las concepciones de los dos participantes acerca de las Matemáticas y su enseñanza, y los periodos de prácticas docentes. En particular, se ha pretendido estudiar la relación entre las concepciones previas, su vulnerabilidad al cambio, la estrategia de socialización adoptada, y el efecto de las prácticas, en cada uno de los participantes.

En la investigación se ha adoptado el punto de vista de que la forma de entender la realidad y las acciones presentes y futuras de los estudiantes para maestros, están guiadas por la interpretación personal que hacen de su entorno. Además, se admitió que esta interpretación está estructurada por el conjunto de constructos de los individuos. Mas concretamente, se admitieron explícitamente todas las premisas en que se basa la Teoría de los Constructos Personales de Kelly.

Las concepciones a que nos venimos refiriendo se inscriben en distintos dominios del conocimiento de los profesores. Por ello, a fin de situarlas en un contexto apropiado, en el Capítulo I hemos realizado una revisión de las investigaciones y resultados acerca del conocimiento de los profesores. También se revisa allí la bibliografía con el otro campo en que se enmarca nuestro trabajo: la socialización, entendida, en un sentido amplio, como el proceso por el cual un individuo llega a ser un profesor.

En ambos casos nos hemos centrado en la materia específica Matemáticas, aunque también hemos considerado aspectos generales, a fin de situar las investigaciones y resultados específicos.

Las revisiones anteriores no son en ningún caso meras recopilaciones, sino que hemos pretendido estructurarlas y sistematizarlas del modo que nos ha parecido más adecuado para su comprensión. Ello ha requerido la adopción de ciertos puntos de vista, aunque hemos procurado comentar las posibles alternativas.

Como hemos señalado, el marco teórico en que se desarrolla nuestro estudio es la Teoría de los Constructos Personales, que es presentada en forma sucinta en el Capítulo II, poniendo especial énfasis en aquellos puntos más relevantes para nuestro estudio.

También se discute allí la metodología utilizada, que se basa en la Técnica de Rejillas, complementada con diarios y entrevistas. El uso de tres instrumentos distintos de investigación permite una triangulación metodológica, que resulta especialmente útil en nuestro estudio, dado su carácter longitudinal, abarcando dos periodos de prácticas realizados por los participantes en cursos consecutivos.

En el mismo capítulo se explican los procedimientos de análisis utilizados, resaltándose la importancia de realizar un estudio previo de los datos crudos de las rejillas, antes de proceder a análisis matemáticamente más sofisticados.

Los resultados obtenidos, presentados y discutidos en los Capítulos III y IV, nos muestran las imágenes de dos estudiantes para maestros cuyas concepciones personales y profesionales son muy distintas en las áreas de conocimiento consideradas. Estas diferencias les hacen percibir de un modo completamente distinto su experiencia de las prácticas y, consecuentemente, dicha experiencia produce efectos muy dispares en ellos.

Su interpretación personal de la realidad vivida durante las prácticas está muy influenciada por la percepción que tienen de sus conocimientos de las Matemáticas, que consideran muy limitados en todas sus categorías (de la materia específica, de contenido pedagógico, y curricular).

Además, la estructuración de sus sistemas de constructos, y la relación jerárquica que existe entre ellos, influyen en forma decisiva en el efecto producido por las prácticas, y la estrategia de socialización adoptada.

Finalmente, en el Capítulo IV se realiza una discusión de los resultados, centrándose especialmente en la comparación de los dos casos, y en las posibles explicaciones a las notables diferencias observadas. También se presentan en forma resumida los principales resultados obtenidos, conectándolos con las cuestiones planteadas como propósitos de la investigación. Estos resultados tienen implicaciones tanto en relación al currículum como a la formación del profesorado, las cuales son presentadas y comentadas.

CAPITULO PRIMERO

INTRODUCCION AL PROBLEMA DE INVESTIGACION

## CAPITULO PRIMERO

### INTRODUCCION AL PROBLEMA DE INVESTIGACION

1. Propósito y supuestos básicos de la Investigación.
  - 1.1. Introducción.
  - 1.2. Propósito del estudio.
  - 1.3. Supuestos básicos de la investigación.
  
2. Revisión de la bibliografía.
  - 2.1. Investigaciones sobre el conocimiento de los profesores y las Matemáticas: importancia de la materia específica.
    - 2.1.1. Una breve panorámica.
    - 2.1.2. La Escuela francesa.
    - 2.1.3. Contenido del conocimiento de los profesores.
      - 2.1.3a. El conocimiento de la materia específica Matemáticas.
      - 2.1.3b. Investigaciones acerca del conocimiento de la materia específica Matemáticas.
      - 2.1.3c. Conocimiento de contenido pedagógico.
    - 2.1.4. Estructura y formas del conocimiento de los profesores.
    - 2.1.5. Uso práctico del conocimiento de la materia específica Matemáticas.
  - 2.2. La materia específica Matemáticas en la

socialización de los profesores.

2.2.1. Distintos paradigmas en la investigación de la socialización.

2.2.2. Influencias de la socialización de los maestros anteriores a los estudios de Magisterio.

2.2.3. El papel socializante de los estudios de Magisterio.

2.3.4. Los cursos de materias específicas (Matemáticas).

2.2.5. Las prácticas de enseñanza.

### 1.1.1 Introducción

*"I am a teacher educator. I find it difficult to engage in that activity without developing some conceptions of what teaching entails, what it looks like when it is going well, how it draws on the understandings and capacities of individuals teachers, and how to tell when my efforts and those of my students are bearing fruit"*

*(Shulman, 1987a, p. 473)*

La anterior cita puede servir para establecer de forma clara las motivaciones, más allá de las puramente académicas, que me llevaron a la realización de este trabajo. Más difícil y comprometido resulta justificar la elección del problema estudiado, y enmarcarlo dentro de las investigaciones acerca de la enseñanza. Es evidente que dicha elección está basada en cierta medida en preferencias personales, pero también conlleva la adopción de unos ciertos puntos de vista, concepciones, métodos, técnicas y formas de interpretación.

Shulman (1986a) ha utilizado la palabra **paradigma** para caracterizar el esquema de una escuela de pensamiento, con unos objetivos, puntos de partida, métodos y concepciones interpretativas de sus investigaciones que le son propios. A diferencia de lo que sucede en las ciencias naturales, en las que

suele existir un paradigma dominante en cada época, en el campo de la enseñanza coexisten varios paradigmas de investigación. El propio Shulman ha señalado que ésto no debe considerarse como una prueba de inmadurez de la investigación en dicho campo, y que parece conveniente defender la necesidad de mantener investigaciones utilizando los distintos paradigmas, más bien que defender la hegemonía de uno de ellos.

Esta tesis se sitúa dentro del paradigma del pensamiento del profesor (Clark y Peterson, 1986; Shulman, 1986a; Marcelo, 1987). La expresión "pensamiento de los profesores" se ha utilizado de un modo bastante amplio en la bibliografía. Sin embargo, podemos decir que bajo el mismo se agrupa "un cuerpo unitario de investigación que tiene como preocupación común las formas en que los profesores adquieren activamente y utilizan el conocimiento, y las circunstancias que afectan su adquisición y empleo" (Calderhead, 1987, p. 5). Así, para Shavelson y Stern (1981) la comprensión de la enseñanza dependerá de la descripción de los pensamientos, juicios y decisiones de los profesores.

Algunos de los factores, tanto prácticos como teóricos, que han llevado a la proliferación de las investigaciones acerca del pensamiento de los profesores han sido resumidas por Ben Peretz et al. (1986).

Entre los primeros se encuentran las dificultades encontradas en los repetidos intentos de cambiar el curriculum y mejorar la

enseñanza, ignorando la importancia de las mentes y representaciones de los enseñantes en los procesos escolares (Olson, 1980). Ciertas opiniones son muy tajantes a este respecto. Schram et al. (1988) afirman, refiriéndose a la enseñanza de las Matemáticas, : "las declaraciones públicas con respecto a los objetivos de la educación matemática puede que hayan cambiado, pero el perfil de una clase de Matemáticas típica ha permanecido virtualmente inafectado por la retórica".

Desde un punto de vista teórico, conviene destacar el importante papel jugado por los avances en la psicología cognitiva y la sociología interpretativa.

La investigación acerca del pensamiento de los profesores ha puesto en entredicho "la imagen del profesor como un técnico, y la imagen de la investigación sobre la enseñanza como una fuente de prescripciones empíricamente probadas y generalizables. En lugar de ello, los profesores se ven como profesionales (potencialmente) reflexivos, y la investigación sobre la enseñanza como una fuente (potencial) de alimento para el pensamiento y una ayuda para el desarrollo profesional autodirigido" (Clark y Lampert, 1985, p .13).

Calderhead (1987) ha señalado las siguientes similitudes en los estudios acerca del pensamiento de los profesores:

- la enseñanza es vista como un proceso activo, en el que el conocimiento de los profesores les proporciona la base para

identificar e interpretar las situaciones profesionales y darles respuesta.

- el pensamiento de los profesores es de naturaleza fluida e interactiva. A menudo tienen que moverse entre intereses contrapuestos, utilizar varias áreas de conocimiento, y repasar mentalmente los modos de conceptualizar y responder a las situaciones en que se encuentran.

- la enseñanza es de naturaleza compleja y contextualizada. Los profesores son influenciados por el contexto en que trabajan y las tareas que se les encomiendan.

Uno de los principales resultados de la investigación sobre el pensamiento de los profesores ha sido profundizar sobre su conocimiento, y el importante papel que juega dicho conocimiento en los procesos de enseñanza. "El conocimiento es el combustible que da fuerza al motor de la planificación, la acción y la reflexión. Sin embargo, necesitamos entender mejor qué tipo de conocimiento utilizan los profesores en la práctica y como recurren a él. Necesitamos entender mejor cómo el conocimiento se empaqueta y configura, y cómo se desarrolla" (Yinger, 1986, p.134).

Clark y Lampert (1985) han caracterizado el conocimiento de los profesores como contextual, interactivo, y especulativo. La primera característica refleja el hecho de que sus decisiones son específicas de la situación en que se encuentran, teniendo además presentes aquellos antecedentes que la hacen diferente de

cualquier otra, así como las implicaciones de sus decisiones tanto en el espacio como en el tiempo.

El carácter interactivo responde al establecimiento de una cultura compartida por el profesor y los alumnos. Finalmente, el conocimiento que utilizan los maestros es transitorio y está sujeto a cambio, como consecuencia de la importante componente de incertidumbre en que realizan su trabajo.

Para investigar el conocimiento mostrado por los profesores expertos, Leinhardt (1987) ha utilizado el constructo **conocimiento situado**, que "es conocimiento que se desarrolla, usa y accede contextualmente, y que tiende a hacer uso de los hechos característicos del entorno como herramientas para la solución" (p.1). Añade que puede verse como un conocimiento experto en el que el conocimiento declarativo contiene gran cantidad de procedimientos y automatismos, y en el que existe una colección altamente eficiente de heurística para la resolución de problemas muy específicos de enseñanza.

Como tendremos ocasión de ver más adelante, la conceptualización del conocimiento de los profesores no es tarea fácil. Feiman-Nemser y Floden (1986) destacan su carácter **práctico** y que, consecuentemente, está localizado en el tiempo y unido a una situación específica, es personal y está orientado a la acción. En palabras de Clandinin y Connelly (1988) "mezclamos acción con conocimiento y conocimiento con pasión. Acción y

conocimiento están unidos en el actor y nuestro informe de ambos conceptos es sobre un actor. De ahí nuestro término de **conocimiento práctico personal**" (p.40).

Bromme (1987) ha ido más allá, y ha basado sus investigaciones en la hipótesis de que el conocimiento práctico de los profesores consiste no tanto en una cantidad de hechos que uno sabe y tiene en cuenta como profesor, como en las relaciones y conexiones entre estos hechos. En otras palabras, este conocimiento se refiere a relaciones entre personas, situaciones y hechos.

Otros autores utilizan la expresión **conocimiento profesional de los profesores**. Como Zeichner et al. (1987) indican, bajo dicha expresión se engloban distintas aproximaciones que van desde los estudios más tradicionales de las actitudes y creencias de los profesores hasta los intentos más recientes de describir las **teorías implícitas** de los profesores, desde su propio punto de vista y utilizando su lenguaje.

Esta conexión del conocimiento de los profesores con las situaciones prácticas concretas, en las que el conocimiento se forma y utiliza no significa que sea menos valioso que el conocimiento científico, sino simplemente que es distinto de él (Feiman-Nemser y Floden, 1986). No obstante, para Wilson et al. (1987), algunos investigadores "al resaltar el conocimiento práctico, y en alguna medida idiosincrático, que los profesores

usan, están presentando una conceptualización truncada del conocimiento del profesor. Los profesores tienen, además del conocimiento práctico, un conocimiento teórico de la materia específica, que informa su enseñanza y es informado por ella. Consecuentemente, cualquier imagen del conocimiento del profesor debería incluir ambos aspectos" (p. 108). En este contexto, Bromme (1988) ha señalado que "la diferencia lógicamente fundamentada entre conocimientos teóricos y prácticos no libera a los científicos de la necesidad de desarrollar relaciones de intercambio referentes a la práctica (escolar)" (p. 21).

La investigación acerca del pensamiento de los profesores, y de la enseñanza en general, hace uso de distintos métodos y aproximaciones, distinguiéndose entre métodos cuantitativos y cualitativos. En función de como se aplican en contextos específicos los primeros se denominan también confirmativos, examinadores de hipótesis o predictivos, mientras que los segundos son a menudo conocidos como exploratorios, generadores de hipótesis, descriptivos o interpretativos (Fenstermacher, 1986).

Esta última denominación es utilizada en particular por Erickson (1986) para referirse a aproximaciones etnográficas, cualitativas, de observación participante, estudio de casos, interaccionismo simbólico, constructivistas e interpretativas. Una de las razones para esta elección es que "señala la característica clave de semejanza familiar entre las varias aproximaciones: el interés central de la investigación en el significado humano, en

la vida social, y en su elucidación y exposición por el investigador"(p.119).

Centrándose en las investigaciones del conocimiento de los profesores, Elbaz (1988) destaca como característico del enfoque interpretativo el "rechazo a la divisoria entre pensamiento y acción que confunde al investigador empírico tradicional. La divergencia entre la teoría expuesta y la teoría en uso no se considera como un fallo del profesor, ni signo de inmadurez o de inadecuación de su conocimiento, sino más bien como un rasgo necesario del conocimiento del actuante, ya que éste se desarrolla y muestra en un contexto" (p. 90).

Jacob (1987) ha discutido los peligros a que puede llevar el tratar todas las alternativas a la investigación positivista tradicional como una única aproximación (la aproximación cualitativa) y ha analizado varias de las que él denomina tradiciones cualitativas, constituyendo cada una de ellas un todo coherente, con hipótesis internamente consistentes acerca de la naturaleza humana y la sociedad, con el mismo centro de interés y metodología.

En cualquier caso, Munby (1988) ha comentado el importante dilema que se plantea a los investigadores cuando tienen que elegir entre métodos cuantitativos y cualitativos, aunque mantiene que ambos tipos de investigación cumplen funciones importantes y complementarias. Una posición análoga ha sido defendida por

Griffin (1985). Fenstermacher (1986, p. 42) ha discutido los problemas asociados con esta posición, y distintos autores han comparado las aproximaciones cuantitativas y cualitativas en la investigación educativa (Anguera, 1985; Filstead, 1986; Schwartz y Jacobs, 1984).

Los estudios cualitativos permiten obtener y desarrollar una literatura de casos que puede ser de gran utilidad tanto para la investigación como para la formación de profesores (Shulman, 1986b, Guglielmi, 1989). Un interesante ejemplo de la utilización de un caso para resaltar las diferencias fundamentales entre conocer la materia específica y saber cómo enseñarla ha sido presentado recientemente por Wilson (1989), quien resalta que los casos no funcionan como *sustitutos* de la experiencia sino más bien como reforzadores de la misma. Un estudio de casos de profesores de Matemáticas está siendo llevado a cabo por Jaworski (1988).

Algunas de las características del estudio de casos y la importancia del contexto han sido analizadas claramente por Shulman (1987a). Indica que él utiliza el estudio de casos porque está más interesado en la diversidad que en la uniformidad, y busca documentar las adaptaciones personales y contextuales que reflejan una enseñanza competente. Sin embargo, al mismo tiempo aclara que esta diversidad no debe confundirse con asignarle a la enseñanza una característica de caos, y propone una analogía. Del mismo modo que un gran jugador de golf es capaz de adaptarse a distintos campos, situaciones climáticas, etc., y ganar torneos

regularmente, el buen profesor también sabe adaptarse a contextos muy distintos. "Si fuésemos capaces de entender la sabiduría de la práctica de la enseñanza tan bien como la entendemos en el golf, nuestra tarea sería sencilla" (p. 474).

Más adelante comenta que aunque por un lado, cada escuela, alumno, profesor y sucesos son en cierto modo únicos, por otro "no hay nada nuevo bajo el sol". Los educadores no pueden ni educar en el vacío ni tampoco preparar a los maestros como si los contextos en que van a desarrollar su actividad fuesen tan impredecibles que no se pudieran caracterizar ni principios ni expectativas. Shulman (1987a) afirma que el motivo para resaltar el papel fundamental del conocimiento, la razón y el juicio, más que el comportamiento del maestro, es precisamente el carácter esencial de la adaptabilidad de los maestros al contexto. Las hipótesis de los maestros acerca de cómo son las clases les sirven como punto de partida para llevar a cabo sus adaptaciones y variaciones.

Tochon (1989) ha resumido de forma clara y concisa algunos de los resultados más importantes de la investigación en esta línea: "El enseñante funciona sobre la base de la interiorización de los planes anteriores en forma de rutinas. Filtra el conocimiento a través de una estructura de acogida que procede de la transposición didáctica de las informaciones. Los planes cognitivos generados por este cuadro interiorizado organizan las rutinas en interacción con el terreno, y permiten la improvisación, es decir, la adaptación de las estructuras

didácticas a la realidad cambiante de la clase" (p. 23). El importante papel de las rutinas en la conducta del profesor ha sido analizado por Lowyck (1984).

También es evidente el interés que dentro de las investigaciones sobre la enseñanza tiene el entender los complejos procesos que intervienen en la formación y desarrollo de los profesores. Según el punto de vista que se adopte pueden distinguirse dos clases de aproximaciones en estas investigaciones (Veenman, 1984; Feiman-Nemser y Floden, 1986): **modelos de desarrollo del profesor y socialización del profesor.**

En los modelos de desarrollo del profesor se considera que los cambios están guiados mas bien interna que externamente. Estas aproximaciones contienen marcos dentro de los cuales pueden estudiarse, al menos en principio, las características tanto individuales como genéricas de los maestros. Feiman-Nemser y Floden (1986) opinan que "a pesar de afirmaciones en sentido contrario, las descripciones del desarrollo del profesor no proporcionan de un modo directo implicaciones acerca de los fines apropiados de la educación de los profesores. El estadio final del desarrollo no es necesariamente el resultado que se desea en la educación de los profesores"(p. 521).

En la socialización, el interés se centra en los cambios de la persona social, es decir, en las interrelaciones entre las necesidades, intenciones y capacidades de los individuos y las

limitaciones institucionales (Veenman, 1984).

No obstante, la expresión socialización de los profesores se utiliza hoy en día en un sentido muy amplio. Zeichner y Gore (1989) han señalado recientemente que es difícil dar una definición de socialización sin que lleve implícita una cierta orientación teórica y deje fuera otras. Adoptan entonces el punto de vista de limitarse a afirmar que la investigación acerca de la socialización del profesor tiene por objeto entender el proceso por el que un individuo llega a ser un profesor, trasladando así conscientemente la cuestión al problema de qué es ser un profesor.

En esta introducción hemos tratado de establecer el marco general que nos permita situar los propósitos de nuestro estudio, que serán presentados en el apartado siguiente.

### I.1.2 Propósito del estudio

El estudio que se presenta en esta memoria se refiere a las concepciones que acerca de las Matemáticas y su enseñanza tienen los maestros en formación, así como la influencia que sobre las mismas ejercen los períodos de prácticas docentes. La importancia de estas concepciones fue señalada por Cooney (1980) y por Thompson (1984). Esta última afirma que "existen fuertes razones para creer que en las Matemáticas las concepciones del profesor acerca de las mismas y de su enseñanza juegan un papel importante, afectando su importancia como mediador primario entre la materia y los que la aprenden" (p. 105). Más recientemente, Calderhead y Miller (1986) han destacado el papel que juegan en el proceso de enseñanza las representaciones que de las Matemáticas tiene el profesor.

Las concepciones acerca de las Matemáticas y su enseñanza no son estáticas, sino que evolucionan de acuerdo con la experiencia y la información que se va adquiriendo. Las prácticas de enseñanza constituyen un elemento esencial en la formación de los futuros maestros. Elbaz et al. (1985) han señalado que durante las prácticas los estudiantes se enfrentan con tres difíciles transiciones: de la Universidad a la escuela (cambio de lugar), de alumno a profesor (cambio de rol), y de la teoría a la práctica (cambio del modo de utilizar el conocimiento). Algunos autores (Contreras, 1987) han distinguido tres estadios en este cambio. En

primer lugar un estadio de **observador** en que el estudiante actúa como un crítico de lo que sucede en el aula y del maestro tutor. A continuación viene un estadio de **ansiedad**, caracterizado por ser un período de crisis e inseguridad. Finalmente, en el estadio de **enseñanza**, el estudiante acepta los modelos utilizados por el maestro tutor.

En algunos casos (Cooney, 1985), estos cambios pueden generar "conflictos" que lleven a que las expectativas y los actos del profesor en formación no sean del todo coherentes. Se ha acuñado la expresión **shock de la realidad** para indicar el choque de los ideales elaborados durante los estudios universitarios con la realidad de la vida en el aula (Veenman, 1988). Uno de sus efectos parece ser una evolución hacia puntos de vista más conservadores y tradicionales, olvidando las actitudes progresistas y liberales adquiridas durante su formación universitaria (Lacey, 1977).

Tardiff (1985) ha comparado las primeras experiencias de dar clase con conducir un coche por primera vez. El hecho de haber sido pasajero en muchas ocasiones no alivia las preocupaciones que se sienten al estar sentados en el lugar del conductor. El recorrido puede ser familiar, pero cada curva, cada señal de la carretera se vuelve de capital importancia. Uno se siente incapacitado, inseguro e incómodo. Las prácticas colocan a los participantes en el asiento del conductor. Es la ocasión para aprender el papel del maestro, y también para experimentar las presiones asociadas con ese papel.

En relación con el paso de la teoría a la práctica, un problema permanente en la educación de los maestros es tratar de entender por qué los formadores de maestros ejercemos influencia sobre algunos de ellos, es decir, parecen "coger" lo que se les enseña, mientras que otros no asimilan el conocimiento en ninguna forma de comportamiento operacional (Cooney, 1984a).

Si consideramos que las concepciones de los futuros maestros acerca de las Matemáticas y su enseñanza influyen su labor como profesores, la manera en que estas concepciones se desarrollan, en que medida son vulnerables al cambio, y la interacción entre ellas y las prácticas docentes es claro que tienen implicaciones para los programas de formación de profesores (Harvey, 1986).

En este punto es importante señalar el hecho de que las experiencias y estudios realizados en otros países acerca de los períodos de prácticas son difícilmente trasladables, dadas las peculiaridades, incluso locales, de nuestro sistema de formación de profesores. Como Zeichner y Gore (1989) han señalado, "se debe ser extremadamente prudente al interpretar las investigaciones sobre socialización del maestro, incluso cuando los estudios realizados en varios países parezcan converger a explicaciones particulares del problema de la socialización".

Una característica del presente trabajo es que se centra alrededor de una materia específica: las Matemáticas. La

afirmación de que la materia específica es una componente esencial del conocimiento de los profesores no es nueva ni controvertida. "La ingente cantidad de tareas de la enseñanza, tales como seleccionar las actividades, dar explicaciones útiles, hacer preguntas que sean productivas, y evaluar el aprendizaje de los estudiantes, todas ellas dependen de la comprensión que tenga el maestro de lo que los estudiantes deben aprender" (Ball y McDiarmid, 1989).

Bromme (1987) como resultado de sus investigaciones acerca de las explicaciones retrospectivas que hacían los profesores del aprendizaje de las Matemáticas de sus alumnos (Bromme y Julh, 1984; Bromme y Dobsław, 1986) ha llegado a afirmar que los pensamientos de los maestros acerca de sus estudiantes estaban empapados de la estructura de las Matemáticas.

A pesar de todo lo anterior, la mayor parte de las investigaciones acerca de la enseñanza y la formación de maestros han omitido el contenido específico de la materia que se emplea (Shulman, 1986). En muchos casos esta omisión ha sido deliberada, a fin de simplificar y hacer abordables las tremendas complejidades de la enseñanza. Esta carencia de centrar la investigación también en la materia específica que se enseña ha llevado a Shulman a hablar del paradigma perdido (the missing paradigm).

Con anterioridad, Shavelson y Stern (1981) ya se habían

quejado de la poca atención que se había dado a la integración del conocimiento de una asignatura en la programación de la enseñanza y su puesta en práctica.

Como tendremos ocasión de comprobar en la revisión de la bibliografía, la importancia de la materia específica se manifiesta en muy distintas facetas. Así, por ejemplo, Yakobi y Sharan (1985) concluyen, como resultado de un estudio, que "diferentes disciplinas académicas ejercen diferentes efectos en las ideas de los profesores acerca del conocimiento académico y de la instrucción en el aula. También, estas actitudes están altamente correlacionadas con las estrategias instruccionales de los profesores en la clase" (p. 196).

En otra investigación Anang y Lanier (1982) se centran en la organización social de la clase, afirmando que está entretrejida con la materia específica de una forma profunda e inseparable. Para representar las diferencias entre distintas materias específicas utilizan la metáfora figura-fondo en el sentido de las imágenes, es decir, identifican qué aspectos están en primer plano y cuales en el fondo, tanto para el profesor como para los alumnos. En la clase de Matemáticas la materia específica aparecía en primer plano (figura) y la organización social estaba al fondo, mientras que en la clase de estudios sociales la figura estaba constituida por las expectativas que del comportamiento y capacidades de los alumnos tenía el maestro, y el fondo era la materia específica. Estas posiciones relativas afectaban

profundamente las oportunidades de los estudiantes para aprender en ambas clases.

En este estudio adoptamos el punto de vista de que la forma de entender la realidad y las acciones presentes o futuras de los maestros en formación están guiadas por una interpretación personal de su entorno. Además, admitimos que esta interpretación está estructurada por el conjunto de constructos de los individuos (Kelly, 1955).

La Teoría de los Constructos Personales de Kelly se basa en la posición filosófica del **alternativismo constructivista**. Una de sus hipótesis básicas es que todas nuestras interpretaciones actuales del universo que nos rodea están continuamente sujetas a revisión y cambio. De hecho, su postulado fundamental es que "los procesos de una persona están canalizados psicológicamente por la forma en que anticipa los sucesos". Cada individuo posee una trama exclusiva y flexible de caminos a través de la cual trata de anticipar sucesos futuros. Esta trama, que describe el sistema conceptual de un individuo, está constituida por imágenes dicotómicas (**constructos**), en términos de los cuales percibe los sucesos, construye la realidad y hace sus elecciones. La valoración de la precisión de sus predicciones, después de que los sucesos ocurran, lleva a los individuos a reforzar o modificar su sistema de constructos. Kelly resaltó la imagen del **hombre como científico**, que trata de predecir y controlar el desarrollo de los acontecimientos formulando y comprobando hipótesis continuamente.

Como Pope (1983) señala, el científico kellyano es un constructivista.

El sistema de constructos personales de cada persona está constituido por un número finito de imágenes bipolares, los constructos, cuya identificación y estructura es el objeto del investigador. El propio Kelly desarrolló la técnica del repertorio de rejillas para elicitar e investigar los constructos y las relaciones entre ellos (Fransella y Bannister, 1977).

En el capítulo segundo revisaremos la Teoría de los Constructos Personales, y presentaremos ejemplos de investigaciones relacionadas con ella. También daremos una descripción detallada de la realización particular de la técnica del repertorio de rejillas utilizada en nuestro estudio, así como descripciones de los protocolos de entrevistas y diarios empleados en la investigación de los sistemas de constructos de los participantes.

Los propósitos de nuestra investigación están inmersos dentro del marco general que hemos venido desarrollando, y podemos resumirlos en los siguientes puntos:

1. Analizar mediante la Teoría de los Constructos Personales (TCP), combinada con entrevistas y diarios, las concepciones que los alumnos de los últimos cursos de Magisterio tienen acerca de las Matemáticas y su enseñanza.

2. Adquirir información acerca de los sistemas de constructos personales que estructuran la forma en que estos alumnos interpretan el entorno de las Matemáticas y su enseñanza, incluidos aspectos generales del control y manejo de la clase.

3. Investigar los modos en que se debe conceptualizar los dominios de conocimiento de los futuros maestros acerca de las Matemáticas y su enseñanza. Más concretamente, ¿qué constructos son los que guían su visión de las Matemáticas con relación a ellos mismos y con relación al curriculum?.

4. Estudiar el efecto socializante de los dos períodos de prácticas realizados por los alumnos en Segundo y Tercer Curso, explorando las influencias individuales y contextuales que dichos períodos ejercen sobre la forma de construir su visión personal de las Matemáticas y su enseñanza. ¿Qué estrategia adoptan?. ¿Se produce en alguna medida el shock de la realidad?. ¿Cómo cambian los sistemas de constructos personales antes citados como consecuencia de las prácticas?. ¿Cómo son de duraderos dichos efectos?. ¿Permanece el efecto de las primeras prácticas cuando se van a las segundas?.

5. Poner de manifiesto las posibilidades de la TCP para ayudar a los alumnos de Magisterio en su transición de la teoría a la práctica. Creemos que la TCP proporciona un medio adecuado para que el supervisor y el alumno en prácticas analicen y reflexionen

acerca de algunos aspectos de la enseñanza de las Matemáticas.

Adicionalmente, una mejor comprensión de las concepciones de los alumnos de Magisterio en los últimos cursos en relación con la materia específica y su enseñanza puede proporcionar una información muy válida para mejorar los programas de formación.

La necesidad de realizar estudios que se centren en la transición de los conocimientos de la Escuela Universitaria a la práctica escolar ha sido resaltada por numerosos autores. En particular, Cooney (1984a) afirma que es conveniente considerar períodos distintos de enseñanza, y a poder ser en asentamientos distintos, requisitos que cumple nuestro estudio por abarcar dos períodos de prácticas en dos escuelas distintas.

En resumen, como McQualter (1983) ha señalado, "la Sociedad ha dado a los profesores de Matemáticas un importante papel. Los profesores de Matemáticas tienen que instruir e introducir a sus alumnos en las formas socialmente dependientes e independientes de las Matemáticas. El proceso por el que esto se realiza requiere que el profesor sea una autoridad. El conocimiento, pericia, y autoridad del profesor son importantes. El profesor tiene que seleccionar, planear y presentar la materia específica" (p.13).

Consecuentemente, entender en qué consiste este conocimiento, cómo lo adquiere el profesor o futuro profesor de Matemáticas, cómo evoluciona, y cómo puede ser modificado positivamente en los

programas de formación, deben ser objetivos primarios de la investigación.

Queremos terminar este apartado con dos observaciones de Zeichner y Gore (1989) que asumimos plenamente:

a) La investigación sobre la socialización de los maestros debe utilizarse de forma que les ayude a ser más conscientes de la naturaleza de su socialización en la enseñanza.

b) Hay que evitar la tendencia de presentar a los futuros maestros en forma negativa en las investigaciones, a veces sin tener siquiera una oportunidad para leer y responder a las interpretaciones de los investigadores. La investigación preocupada por la enseñanza debe ser más para las personas estudiadas que sobre ellas.

### I.1.3 Supuestos básicos de la investigación

Como hemos dicho en la Introducción, la selección del problema de investigación y del modelo teórico a utilizar en la misma implica asumir una serie de hipótesis y supuestos. Calderhead (1987b) señala que "la investigación (acerca de los conocimientos de los profesores) está guiada por muy diferentes perspectivas teóricas y metodológicas, involucrando presunciones alternativas acerca de la naturaleza de la actividad científica social e ideas diferentes sobre la relación de la teoría y la investigación con la práctica" (p. 183). En particular, al utilizar la Teoría de Kelly admitimos en nuestro estudio:

1. Los futuros maestros tienen, al menos en cierto grado, acceso a su pensamiento profesional, y éste puede verbalizarse.
2. Los maestros en formación no son meros recipientes pasivos de conocimiento matemático o pedagógico, sino procesadores activos de información.
3. El desarrollo intelectual es un proceso individual que está controlado por los constructos de cada persona.
4. Estos constructos forman parte de un sistema dinámico y comprensivo que determina la manera en que el individuo

interpreta la realidad y anticipa el futuro.

5. El papel de los programas de formación de maestros es resaltar las características del profesionalismo.

Además, con respecto a la materia específica, se considera que:

6. Las Matemáticas son un constructo central y no una mera variable de control en la enseñanza de las Matemáticas. Consecuentemente, los constructos de los futuros maestros acerca de las mismas y su enseñanza son parte integral de su papel como maestros.

Análogamente, el modelo utilizado también tiene implicaciones acerca de las limitaciones y validación de nuestro estudio. Así, es evidente que al basarse nuestro trabajo en la importancia de los constructos individuales para construir una representación personal del mundo, se debe reconocer automáticamente la importancia que tiene el sistema de constructos personales del investigador en el desarrollo de la investigación, y en la interpretación de los resultados. A este respecto queremos señalar que nuestros puntos de vista están recogidos, en la medida en que somos conscientes, en las hipótesis anteriormente expuestas, y concuerdan en su generalidad con las hipótesis en que se basa la TCP de Kelly que revisaremos en el Capítulo II.

Otro elemento que hay que tener en cuenta en la validación de los resultados es el papel esencial que han jugado en la investigación las entrevistas y los diarios para la interpretación de los datos de las rejillas, y recíprocamente.

Finalmente, a la hora de interpretar los datos del estudio deben considerarse las similitudes y diferencias entre los participantes y, en todo caso, recordar que un punto básico de la teoría en que se basa nuestro estudio es el carácter personal del sistema de constructos de los individuos. No obstante, queremos señalar que ésto no contradice la existencia de individuos con construcciones similares de la experiencia, que como veremos es reconocida por el corolario de comunalidad de la TCP.

## I.2 Revisión de la bibliografía

En los apartados que siguen vamos a realizar una revisión de la bibliografía en lo que se refiere a los dos campos en que se enmarca nuestro estudio: conocimiento y socialización de los profesores. Para entender como cambian y aprenden los profesores, es necesario clarificar, en primer lugar, lo que conlleva la enseñanza, para delimitar aquellos aspectos cuya evolución va a determinarse.

En ambos casos nos centramos en la materia específica Matemáticas, pero creemos que es conveniente, por claridad y concreción, considerar también aspectos generales que ayuden a situar las investigaciones concretas.

Después de presentar una breve panorámica del papel jugado por la materia específica Matemáticas en distintas corrientes de investigación, realizamos la revisión de la bibliografía acerca del conocimiento de los profesores, siguiendo el esquema del trabajo de Elbaz (1983) y de la revisión de Feiman-Nemser (1986). Consecuentemente, distinguiremos tres aspectos en el conocimiento de los profesores: su contenido, su estructura, y su uso. Cada uno de estos aspectos será considerado en un apartado distinto.

En el caso de la socialización, son varios los esquemas que podríamos utilizar en la revisión de la bibliografía. Así, por ejemplo, Van Fleet(1979) consideró las siguientes tres componentes en el proceso de llegar a ser profesor:

- **Enculturación**, que ocurre a lo largo de toda la vida y se refiere a aprender a enseñar observando y reflexionando sobre las propias acciones.

- **Educación**, que es el proceso de aprender a enseñar que tiene lugar en las aulas y a través de experiencias directas de enseñanza.

- **Instrucción**, que se refiere al proceso de aprender a enseñar que ocurre fuera del aula de la escuela, y que está dirigido por personas con una preparación especial. Las teorías de enseñanza y aprendizaje presentadas en los programas de formación de profesores caen dentro de esta categoría.

Posteriormente, Pataniczek e Isaacson (1981) distinguen entre elementos de socialización **formales e informales**. La socialización formal comienza con los estudios de Magisterio y continúa con las entrevistas para obtener un puesto de trabajo. En el sistema español habría que introducir o sustituir en este elemento las oposiciones. La fase final consiste en la supervisión e inspección en la escuela.

Los elementos de socialización informales aparecen desde la niñez, cuando los futuros maestros asisten como alumnos a las escuelas. Algunos factores informales de socialización serían la estructura de los estudios de Magisterio, la estructura de las escuelas y los compañeros y colegas.

Nosotros, en vez de seguir los esquemas anteriores, estructuraremos nuestra revisión de acuerdo con los trabajos de Doyle (1986) y Zeichner y Gore (1989), quienes distinguen las siguientes fases en la formación del maestro:

- antes del programa de formación, en nuestro caso, antes de los estudios de Magisterio.
- durante el programa de formación.
- programas de iniciación.
- en ejercicio.

Dados los propósitos de nuestro estudio señalados en el apartado I.1.2, nos centraremos esencialmente en las dos primeras fases, y dentro de éstas en los períodos de prácticas y la materia específica Matemáticas.

## **I.2.1 Investigaciones sobre el conocimiento de los profesores y las Matemáticas: importancia de la materia específica.**

### **I.2.1.1 Una breve panorámica**

Para situar en una clara perspectiva las investigaciones actuales acerca del conocimiento de la materia específica de los maestros, es conveniente realizar una breve revisión de la evolución de las investigaciones acerca de la enseñanza de las Matemáticas, centrándonos principalmente en el papel jugado por el conocimiento de la materia específica (Ball, 1989a).

En las primeras investigaciones acerca de la eficacia docente se trataba a, grandes rasgos, de buscar las características de los buenos profesores. Después de unos inicios basados en las valoraciones que los alumnos hacían de los mismos, los investigadores comenzaron a definir la eficacia de la enseñanza en función de los resultados que producía en el aprendizaje medible de los alumnos.

Dentro de esta línea de investigación destaca el ingente trabajo realizado en Estados Unidos para tratar de identificar las características de los profesores que estaban asociadas con los logros de los estudiantes en Matemáticas. Se utilizaron datos de 112.000 estudiantes de 1.500 escuelas distintas. Los resultados

empíricos obtenidos fueron analizados críticamente por Begle (1979), quien en sus comentarios finales señala: "Probablemente la generalización más importante que puede sacarse de este cuerpo de información es que muchas de nuestras creencias comunes acerca de los profesores son falsas, o, en el mejor de los casos, se basan en fundamentos inseguros. Así, por ejemplo, no hay experto que pueda distinguir entre un maestro eficaz y uno que no lo es basándose simplemente en características observables del maestro. Análogamente, los efectos de los conocimientos de la materia específica de un maestro y de su actitud hacia ella parecen ser mucho menos poderosos que lo que la mayoría de nosotros pensamos" (p. 54).

La última afirmación provenía del hecho de que la formación matemática de los profesores, medida por el número de cursos o créditos que poseían en Matemáticas, estaba correlacionada negativamente con los logros de los estudiantes en un 15% de los casos.

Una de las razones por las que estas investigaciones no fueron fructíferas fue precisamente la inconsistencia con que se definía operativamente el conocimiento de los profesores. Este se medía de distintas formas, que iban desde el número de cursos que habían seguido en la Universidad a los resultados que obtenían en tests diseñados al efecto. En ausencia de un análisis conceptual, no está claro si estas medidas son apropiadas para un constructo subyacente común de conocimiento de los maestros (Wilson et al.,

1987).

Las conclusiones anteriormente citadas eran claramente anti-intuitivas y, desde una perspectiva actual, parece lógico que se hubiese realizado una revisión crítica de las hipótesis en que se basó la investigación, o que se buscaran interpretaciones alternativas (Ball, 1989a). En lugar de ello, se produjo un desplazamiento en la orientación de las investigaciones. La preocupación por las características del profesor eficaz dejó su lugar al estudio de su comportamiento, dando lugar al denominado paradigma proceso-producto (Shulman, 1986b).

Los maestros eficaces son expertos en el manejo general de la clase, en la instrucción en grupo, y en la asignación de tareas. Ellos especifican los objetivos, hacen presentaciones bien estructuradas y "esperan que sus estudiantes dominen el curriculum, y asignan la mayor parte del tiempo disponible a actividades diseñadas para promover tal dominio" (Brophy, 1986, p.7). Tienen "un ambiente de aprendizaje eficaz, donde las actividades académicas se desarrollan fácilmente, las transiciones son breves y ordenadas, y se pierde poco tiempo en organizarse o en ocuparse de problemas de falta de atención" (Brophy, 1986, p.7). Además "maximizan el contenido cubierto, conduciendo a los estudiantes vigorosamente, ...moviéndose mediante pequeños pasos con altas (o al menos moderadas) proporciones de éxito" (Brophy y Good, 1986, p. 360).

Apoyándose en los resultados de investigaciones proceso-producto, Leblanc (1978) propuso un marco para la formación de los profesores de Matemáticas organizado alrededor de tres componentes básicas: cursos de contenido, cursos de métodos y prácticas de enseñanza. Para cada una de dichas componentes planteó una serie de cuestiones referidas a la formación de los profesores (proceso), así como al aprendizaje asociado de los alumnos (producto). En la misma línea, Thornton y Leblanc (1980) exploraron técnicas de evaluación de programas de formación de profesores basados en las competencias de enseñanza mostradas por los estudiantes de dichos programas. Hay que señalar que el modelo propuesto por Leblanc originó duras críticas en la propia conferencia en la que fue presentado (Lanier, 1978; Feiman, 1978).

Curiosamente, bajo este punto de vista se realizan numerosos estudios de la enseñanza de las Matemáticas en la escuela elemental, quizás debido a la facilidad, al menos aparente, de medir de forma no ambigua los logros de los estudiantes. Sin embargo, la materia específica se considera como parte del contexto y no como el objetivo de la investigación (Kilpatrick, 1978). Así, Shulman (1986a) al discutir este programa de investigación indica que: "Datos del comienzo de una hora de observación se combinan con datos del final de la misma ocasión, datos del otoño se combinan con datos de la primavera, datos de una unidad sobre la selección natural se combinan con datos de una unidad sobre la circulación de la sangre. Todos ellos se ven como ejemplos de enseñanza, una actividad que trasciende tanto a los

maestros individuales como a las situaciones específicas" (p.10).

Por otro lado, la separación entre los trabajos realizados por los investigadores que operaban desde una base curricular (por ejemplo, Matemáticas) y las que realizaban aquellos que se basaban en uno de los campos de fundamentos (antropología, psicología, sociología, etc.,) llegó a ser tan grande que Brophy (1986) escribió: "La comparación de este capítulo (Romberg y Carpenter, 1986) con el capítulo de Brophy y Good (1986) en el mismo Handbook sobre la investigación relacionando el comportamiento del maestro con los logros de los estudiantes da la impresión de que los dos autores viven en mundos diferentes" (p. 324).

Para entender las investigaciones sobre la enseñanza eficaz es esencial tener presentes cuales son sus hipótesis acerca de las Matemáticas y de los objetivos de su enseñanza y aprendizaje. Se considera el curriculum existente como dado y se admite entonces que las Matemáticas en la escuela elemental consisten en un conjunto de destrezas que se dominan mediante la práctica y el adiestramiento. Una interesante y amena crítica a la investigación de la eficacia del profesor en la educación matemática ha sido realizada por Confrey (1986) en forma de diálogo socrático. En ella, Sócrates interroga a un investigador que la mayor parte de las veces responde con citas textuales de investigadores de la eficacia de los profesores. Por otro lado, Shulman (1986a) ha sabido exponer de forma clara los logros y las limitaciones de este paradigma.

Los propios datos obtenidos de la investigación y la observación de las clases han llevado a los investigadores a apreciar la complejidad del aula y de la tarea de enseñar, llegando a la conclusión de que era simplista tratar de buscar una aproximación única a la enseñanza efectiva. Los mismos Brophy y Good que hemos citado anteriormente afirman: "Debe notarse que la instrucción asociada con actividades de más alto nivel (cognitivo) es a menudo altamente compleja y exigente. En lugar de suministrar simples algoritmos para imitar o de dar respuestas correctas a preguntas, los instructores efectivos trabajando en niveles más altos deben ser capaces de hacer lo siguiente: desarrollar analogías o ejemplos que permitan a los estudiantes relacionar lo nuevo con lo familiar o lo abstracto con lo concreto; identificar los conceptos claves que ayuden a organizar cuerpos complejos de información; modelar procesos de resolución de problemas que involucren juicio y toma de decisiones bajo condiciones inciertas; y diagnosticar y corregir errores sutiles en el pensamiento de los estudiantes" (Brophy y Good, 1986, p.366).

La complejidad en el aula, junto con otras razones (ver Shulman, 1986a) han hecho que la investigación acerca de la enseñanza se haya ido desplazando desde el comportamiento de los profesores a centrarse más en sus pensamientos y decisiones (Pérez Gómez, 1983; Marcelo, 1987). Y en este proceso, el conocimiento y las creencias de los maestros acerca de la materia específica reaparecen como variables potencialmente relevantes. En

particular, la investigación llevada a cabo por Thompson (1984) ejerció gran influencia sobre trabajos posteriores en el caso concreto de las Matemáticas, e incluso en el desarrollo de programas de formación del profesorado en dicho campo (Koenig, 1987).

En la actualidad son muchas las investigaciones sobre la enseñanza y el conocimiento de los profesores que están revelando las múltiples formas en que el conocimiento de la materia específica de éstos afecta las oportunidades de sus alumnos para aprender. Revisaremos algunas de estas investigaciones más adelante. Antes, es necesario precisar en alguna medida qué entendemos por conocimiento de materia específica y situar este concepto dentro de un esquema general del conocimiento de los profesores. Como Ball (1989a) ha señalado, "el conocimiento de la materia específica en los estudios actuales es un concepto de variada definición y ello amenaza con entorpecer nuestro proceso de aprender acerca del papel de la comprensión matemática de los profesores en su enseñanza" (p. 7).

Concretamente, en los apartados siguientes realizaremos una somera revisión de algunas teorías acerca del conocimiento de los profesores, poniendo especial énfasis en los aspectos relacionados con el conocimiento de las Matemáticas.

Sin embargo, y a modo de ejemplo de la importancia práctica que tiene la investigación del conocimiento de la materia

específica Matemáticas de los profesores, vamos a citar algunas hipótesis generalmente admitidas en los programas de formación de maestros y que sin embargo están siendo puestas en entredicho por las investigaciones (Ball, 1989b; Steinberg et al., 1985):

1. El contenido matemático tradicional que se enseña en las escuelas es fácil.
2. Las clases de primaria y secundaria proporcionan a los maestros la mayor parte del contenido que necesitan para enseñar Matemáticas.
3. Una licenciatura en Matemáticas asegura el conocimiento de la materia específica que necesita un profesor.
4. Las personas que saben "demasiadas" Matemáticas no pueden ser sensibles a las dificultades de los alumnos.

De hecho, ya en 1981 Shavelson indicaba que una de las posibles razones por las que los maestros evitaban enseñar Matemáticas era porque tenían sólo un conocimiento limitado de lo que resultaba ser una materia muy compleja. En la misma línea Ashton y Crocker (1987) han denunciado la necesidad de llevar a cabo investigaciones que proporcionen una base empírica en las discusiones acerca de la necesidad de aumentar los cursos de materia específica, en detrimento de los dedicados a la formación profesional de los maestros, o viceversa.

Existe otra razón práctica que hace muy interesante el estudio del conocimiento de la materia específica necesario para ser un profesor de Matemáticas. En algunos países occidentales se está produciendo una escasez de profesores con una formación superior en Matemáticas (Hayter, 1988; Ferrini-Mundy, 1986; Bush, Lamb y Alsina, 1987, Rector y Ferrini-Mundi, 1986), lo que ha llevado a que profesores con una titulación inferior o de otras disciplinas o especialidades enseñen Matemáticas. ¿Puede afectar ésto significativamente a la formación matemática que reciben los alumnos?. ¿Puede ser una buena decisión reciclar profesores de áreas afines mediante cursos especializados?. ¿Debe, en todo caso, exigirse una titulación superior en Matemáticas para, por ejemplo, enseñar esta materia en cursos superiores no universitarios? (Hayter, 1988).

### 1.2.1.2 La Escuela francesa.

Mención aparte, por sus características, merecen las investigaciones realizadas en Francia y Alemania. En estos países, la denominada Didáctica de las Matemáticas se ha constituido como una disciplina autónoma y reconocida, resaltando de este modo la importancia de la materia específica en el proceso de enseñanza-aprendizaje (Artigue y Douady, 1986).

Centrándonos en el caso de Francia, parece adecuado realizar una breve descripción de los elementos teóricos fundamentales desarrollados, para comprender bien el papel que juega en ellos el conocimiento de la materia específica de los profesores. Ello nos permitirá además referirnos con mayor precisión en otras partes de esta Memoria a investigaciones realizadas dentro de esta "escuela francesa". Una exposición detallada y profunda ha sido realizada por Chevallard (1985), quien ha sido además el introductor de muchos de los conceptos.

El objetivo de la Didáctica de las Matemáticas es el estudio del sistema didáctico, compuesto por tres elementos: los alumnos, el profesor y el saber matemático. Estos elementos están relacionados entre sí mediante las relaciones didácticas. Además, el sistema didáctico no está aislado, sino que es un sistema abierto, que interacciona con sus alrededores (sociedad) a través

de la noosfera.

Con respecto al saber matemático, se distingue entre un **saber docto** y un **saber enseñado**. El proceso por el cual un elemento del saber docto se convierte en un conocimiento para enseñar y de ahí en un objeto de enseñanza es lo que se denomina **transposición didáctica**. La trasposición didáctica aparece pues como una herramienta que permite efectuar una vigilancia epistemológica. Se introduce además la noción de **campo conceptual** (Artigue y Douady, 1986) como un espacio de problemas o de situaciones problemáticas, cuyo tratamiento implica conceptos y procedimientos de varias clases, estrechamente conectados. El conocimiento de los campos conceptuales de las Matemáticas a los distintos niveles es esencial para el profesor, ya que está directamente relacionado con el proceso de aprendizaje de sus alumnos.

Por **situación didáctica** se designa el "conjunto de las relaciones establecidas explícita o implícitamente entre un alumno o grupo de alumnos, un cierto medio y un sistema educativo (el profesor), a fin de que los alumnos adquieran un saber constituido o en vías de constitución" (Brousseau, s.f.).

Otro concepto considerado crucial es el de **contrato didáctico**, que determina, explícitamente en una parte pequeña y sobre todo implícitamente, lo que cada parte (profesor y alumnos) se va a encargar de administrar a propósito de los contenidos de los saberes seleccionados y de lo que será, de una forma u otra,

responsable ante la otra parte (Brousseau, 1984; Douady, Artigue y Comiti, 1987).

La importancia del contrato didáctico en la enseñanza de las Matemáticas ha sido evidenciada, por ejemplo, por Marilier et al. (1987). Uno de los objetivos de sus investigaciones era verificar si el trabajo en grupos pequeños de problemas de Geometría escogidos para que puedan resolverse de múltiples maneras hace fructificar las distintas concepciones de los alumnos, y favorece el desarrollo de pruebas para convencer a los demás. Para ello, se establece un primer contrato didáctico que consiste en que la profesora pasea alrededor de las mesas mientras trabajan los alumnos, y les pregunta qué están haciendo en ese momento. El efecto que se produce es que los alumnos dejan de trabajar cuando se acerca la profesora. Se decide entonces cambiar el contrato y la profesora anuncia uno nuevo: la profesora no acudirá a no ser que el grupo la llame en caso de conflicto. Este nuevo contrato hace que los alumnos se mantengan más duramente en sus posiciones, contando con que el profesor será el encargado de decidir quien tiene razón y establecer la verdad. Se establece un tercer contrato: la profesora pide que no se le llame hasta que no se haya resuelto o probado alguna cosa. Sólo entonces las pruebas y las demostraciones comienzan a aparecer en el funcionamiento de los grupos.

Otro ejemplo de análisis del contrato didáctico en clases de Matemáticas ha sido realizado por Colomb et al. (1987), que

compararon los contratos didácticos que existían en clases de Matemáticas del ciclo superior con los que existían en la misma materia de BUP, sin encontrar diferencias significativas.

También en Francia se ha acuñado el término de **ingeniería didáctica** para referirse, dándole cuerpo, a todo un conjunto de productos didácticos elaborados por los investigadores. Son situaciones de aprendizaje adaptadas a los cuadros teóricos desarrollados por la investigación, y destinadas a jugar el papel de génesis artificiales de los conceptos matemáticos, en las que los investigadores quieren controlar las condiciones de enseñanza, aprendizaje y apropiación (Artigue y Douady, 1986). Algunas de las investigaciones realizadas en esta línea son las de Comiti (1987), acerca de la utilización de un gráfico económico en la enseñanza de las Matemáticas, y la de Artigue (1987) sobre la enseñanza de las ecuaciones diferenciales en la Universidad.

### I.2.1.3 Contenido del conocimiento de los profesores.

Para llevar a cabo su trabajo los profesores se basan en distintos tipos de conocimiento. Elbaz (1983) ofreció un modo de organizar el contenido del conocimiento de los profesores, sugiriendo cinco categorías de conocimiento práctico:

- a) El conocimiento de uno mismo, es decir, el conocimiento de sus propios recursos con la consiguiente seguridad en sí mismo, el de sus opiniones, actitudes y rasgos de personalidad, y el de su modo de relacionarse con los demás.
- b) El conocimiento del medio de enseñanza, es decir, de la clase, de sus relaciones con los otros maestros y con la administración, y la consciencia de su papel en ciertas estructuras sociales.
- c) El conocimiento de la materia específica.
- d) El conocimiento del curriculum.
- e) El conocimiento del proceso educativo, con una cierta concepción del aprendizaje, de los alumnos, de la actividad de la enseñanza y de su organización.

Esta categorías se basaban en un estudio de un caso, que es clásico en el campo: el de una joven maestra de Inglés, Sarah, con cinco años de experiencia.

Más recientemente, Elbaz et al (1986) han distinguido entre el conocimiento declarativo y el conocimiento de procedimiento y

también entre el conocimiento de contenido y el conocimiento "en uso".

a) El conocimiento declarativo está formado por las representaciones internas en forma de redes proposicionales que contienen los conceptos y sus relaciones. Este conocimiento guía tanto los comportamientos conceptuales como los externos.

b) El conocimiento de procedimiento se refiere a las operaciones que pueden realizarse sobre el conocimiento declarativo mediante la aplicación de destrezas cognitivas. Tanto este conocimiento como el anterior pueden ser una fuente y origen del otro.

c) El conocimiento de contenido está en la memoria principalmente en forma declarativa, pero en el dominio disciplinar también incluye conocimiento de procedimiento. Se distinguen tres dominios en él:

1. El conocimiento disciplinar o de la materia específica que hay que enseñar en la clase.
2. El conocimiento de contenido pedagógico, que es el conocimiento de los principios de enseñanza de la materia específica.
3. El conocimiento contextual, tanto explícito como implícito, que orienta al maestro en el contexto del aula y la escuela.

d) El conocimiento "en uso" se refiere a las acciones, conceptuales y físicas que el maestro lleva a cabo en el desempeño de su trabajo. Involucra tanto conocimiento declarativo como de

procedimiento, con unas relaciones causales entre ellos muy complejas.

Por otro lado, Shulman (1986), centrándose en el conocimiento de contenido, relacionado con una materia dada, distingue tres categorías:

a) **Conocimiento de la materia específica**, que se refiere al conocimiento per se, y a su organización en la mente del maestro. Siguiendo a Schwab (citado por Shulman, 1986b), Shulman (1986b) distingue entre **estructuras sustantivas** y **estructuras sintácticas**. Las estructuras sustantivas son la variedad de modos en que los conceptos y principios básicos de la disciplina, por ejemplo Matemáticas, se organizan para incorporar sus hechos. Las estructuras sintácticas son el conjunto de modos en que puede establecerse la verdad o falsedad, la validez o invalidez dentro de una teoría.

Muy recientemente, Grossman et al. (1989) han identificado cuatro dimensiones del conocimiento de la materia específica que consideran relevantes para la enseñanza y aprendizaje de los futuros maestros: **conocimiento de contenido para la enseñanza**, **conocimiento sustantivo para la enseñanza**, **conocimiento sintáctico para la enseñanza**, y **creencias acerca de la materia específica**.

Con anterioridad, Shavelson (1981) había hablado de **estructuras proposicionales** o **semánticas** y de **estructuras de**

procedimiento o algorítmicas como componentes de la estructura de las Matemáticas. Las primeras se refieren al significado de los conceptos y de las operaciones matemáticas, mientras que las de procedimiento lo hacen al conjunto de reglas y heurística que especifican, al menos parcialmente, los procedimientos paso a paso que llevan desde una tarea especificada (p.e. un problema) a un objetivo establecido (la solución).

b) **Conocimiento de contenido pedagógico**, específico de la materia, y que es la dimensión del conocimiento que se tiene de la misma para la enseñanza. Incluye los modos de presentar y formular la materia, de manera que sea comprensible a otros, y también las razones que hacen que ciertos temas sean fáciles o difíciles, por ejemplo, las concepciones de los estudiantes.

Sin embargo, el conocimiento de contenido pedagógico no es un simple repertorio de representaciones múltiples de la materia específica (Wilson et al, 1987), aunque está claramente influenciado por la orientación de los conocimientos académicos que se tengan de la misma (Gudmundsdottir, 1987a, 1987b). Está caracterizado por un modo de pensar que facilita la transformación del conocimiento de la materia, enriqueciéndolo y reforzándolo con otras clases de conocimiento. Esto es lo que Feiman-Nemser y Buchmann (1985) denominan **razonamiento o pensamiento pedagógico**, y da cuenta de la dimensión dinámica del conocimiento de contenido pedagógico (Wilson, 1989).

Peterson (1988) ha realizado una conceptualización del conocimiento de los profesores y estudiantes, en la que al conocimiento de contenido pedagógico en el sentido de Shulman corresponde lo que ella llama **conocimiento cognitivo específico del contenido** ("content-specific cognitional knowledge").

c) El **conocimiento curricular** abarca no sólo el específico de la propia materia, sino también el de los materiales curriculares que están siendo empleados por sus estudiantes simultáneamente en otras materias (conocimiento lateral) y el de los que se usan en otros cursos anteriores y posteriores (conocimiento vertical).

Hay que señalar que el mismo autor (Shulman, 1987b) ha considerado también otras categorías dentro del conocimiento de los profesores: conocimiento pedagógico general, de los alumnos y sus características, de los contextos educacionales, y de los fines, propósitos y valores educacionales, así como sus fundamentos históricos y filosóficos.

Wilson et al. (1987) afirman que la forma en que estas clases de conocimiento se relacionan entre sí sigue siendo un misterio, y representan los distintos conocimientos como cajas "flotando" en una página.

Siguiendo en parte la propuesta de Shulman, Bromme (1988) diferenció entre las siguientes categorías en el conocimiento profesional de un profesor de Matemáticas:

- a) **Conocimiento de las Matemáticas**
- b) **Conocimientos curriculares**, descritos en los planes de estudio y reflejados en los textos y otros instrumentos didácticos. Incluye también el conocimiento lateral y vertical en el sentido descrito por Shulman.
- c) **Conocimiento sobre la clase**, que surge de las relaciones en la misma. También incluye aquella materia que sólo se enseña de un modo implícito.
- d) **Conocimiento sobre lo que aprenden los alumnos**
- e) **Metaconocimientos**, que definen el marco en que se valoran los conocimientos y su relación con la propia profesión. Pueden considerarse como la filosofía que tiene el profesor sobre las Matemáticas y su enseñanza.
- f) **Conocimiento sobre la didáctica de la asignatura**, aunando informaciones psicológico-pedagógicas, experiencias del profesor y los conocimientos matemáticos. Supone la transformación de la estructura lógica de la materia en una sucesión temporal, así como cambiar la estructuración e importancia de conceptos y reglas.
- g) **Conocimientos pedagógicos**, que es un campo de conocimientos válidos con relativa independencia de la asignatura concreta que se considere.

Muy recientemente, Ernest (1989) ha propuesto un modelo analítico para las distintas clases de conocimientos, creencias y actitudes de los profesores de Matemáticas. Las distintas componentes de su modelo se muestran en la tabla I.1. Como se ve,

### CONOCIMIENTOS

- de las Matemáticas
- de otras materias específicas
- de la enseñanza de las Matemáticas
  - Pedagogía de las Matemáticas
  - Curriculum de Matemáticas
- de la organización y manejo de la clase para la enseñanza de las Matemáticas
- del contexto en la enseñanza de las Matemáticas
  - El contexto de la escuela
  - Los estudiantes a quienes se enseña
- de la educación
  - Psicología educacional
  - Educación
  - Educación matemática

### CREENCIAS

- Concepción de la naturaleza de las Matemáticas
- Modelo de enseñanza y aprendizaje de las Matemáticas
  - Modelos de enseñanza
  - Modelos de aprendizaje
- Principios de educación

### ACTITUDES

- hacia las Matemáticas
- hacia la enseñanza de las Matemáticas

Tabla I.1. Modelo analítico de Ernest (1989) para las distintas clases de conocimientos, creencias, y actitudes de los profesores de Matemáticas.

y el propio Ernest señala, este modelo presenta gran similitud con el de Shulman (Wilson et al. 1987). Quizás, la principal diferencia a destacar es que Ernest considera explícitamente, separadas del conocimiento, las creencias y las actitudes. Para este autor el conocimiento es el resultado cognitivo de la educación del profesor, mientras que las creencias y actitudes representan el resultado afectivo (aunque reconoce la existencia de un aspecto cognitivo en las creencias).

Un enfoque distinto es el mantenido por Leinhardt y sus colaboradores. Para Leinhardt (Leinhardt y Smith, 1985) los aspectos cognitivos de la enseñanza de las Matemáticas surgen de dos áreas centrales de conocimiento: el conocimiento de la estructura de la lección y el conocimiento de la materia específica. El conocimiento de la estructura de la lección contiene las destrezas necesarias para planear y desarrollar del modo adecuado una lección, para pasar con facilidad de una parte a otra, y para explicar el material claramente. El conocimiento de la materia específica Matemáticas contiene los conceptos, los algoritmos, las conexiones entre distintos algoritmos, la comprensión de los errores de los estudiantes, y la presentación curricular. A continuación desarrollaremos estas dos áreas con un poco más de detalle.

El conocimiento de la materia apoya y restringe el conocimiento de la estructura de la lección. Por un lado, actúa como una fuente de selección de ejemplos, de explicaciones y de

demostraciones y, por otro, está claro que distintos tipos de contenido deberán enseñarse de distinta manera.

A lo largo de sus investigaciones, Leinhardt utiliza repetidamente tres sistemas de representación sacados de la psicología cognitiva. El primero son las **redes semánticas**, para representar el conocimiento declarativo, el segundo los **diagramas de flujo**, para el conocimiento de procedimiento, y el tercero las **redes de planificación**, para mostrar cómo los distintos aspectos de los conocimientos declarativos y de procedimiento pueden combinarse en una secuencia organizada de acciones.

Una red semántica es una estructura de nudos y enlaces, los nudos representando conceptos y los enlaces relaciones entre ellos. Existen distintos tipos de relaciones que se indican mediante etiquetas colocadas en los enlaces y, cuando es necesario, indicando un cierto sentido mediante una flecha. Algunos ejemplos son:

- *tiene prop*, que indica que un nudo es una propiedad de otro.
- *es un* , que indica que un nudo es un caso particular de otro.
- *es parte, subconjunto, etc.*, tienen significados análogos.

Naturalmente, el número de nudos y enlaces depende del tema concreto que se considere y del nivel a que se trate. Aumenta con la complejidad y el nivel del tema.

Un diagrama de flujo utiliza la misma simbología que la

programación en informática, por lo que no lo discutiremos aquí.

Finalmente, una red de planificación contiene los objetivos (que se representan por exágonos) y las acciones (que se representan por rectángulos). Unos y otras están unidos mediante enlaces, que pueden tener distintos significados. Estos se indican en la red mediante etiquetas. Las más utilizadas son:

- *consecuencia*, que indica que una vez realizada la acción se obtendría el objetivo.
- *prerrequisito*, que indica que el objetivo debe satisfacerse antes de realizar la acción.
- *correquisito*, que indica que el estado debe mantenerse mientras se realiza la acción.
- *post-requisito*, que indica que el objetivo se convierte en un estado cuando la acción se completa, aún cuando el objetivo no fuera el fin para el que se realiza la acción.

La figura I.1 muestra un ejemplo de red semántica construida a partir de una lección sobre la resta dada por un profesor experto (Leinhardt y Greeno, 1986). La figura I.2 representa el diagrama de flujo para enseñar un algoritmo de reducir fracciones a común denominador obtenido también de la observación de una clase (Leinhardt y Smith, 1985). Por último, la figura I.3 representa la red de planificación de un modelo para la explicación de la resta (Leinhardt, 1986).



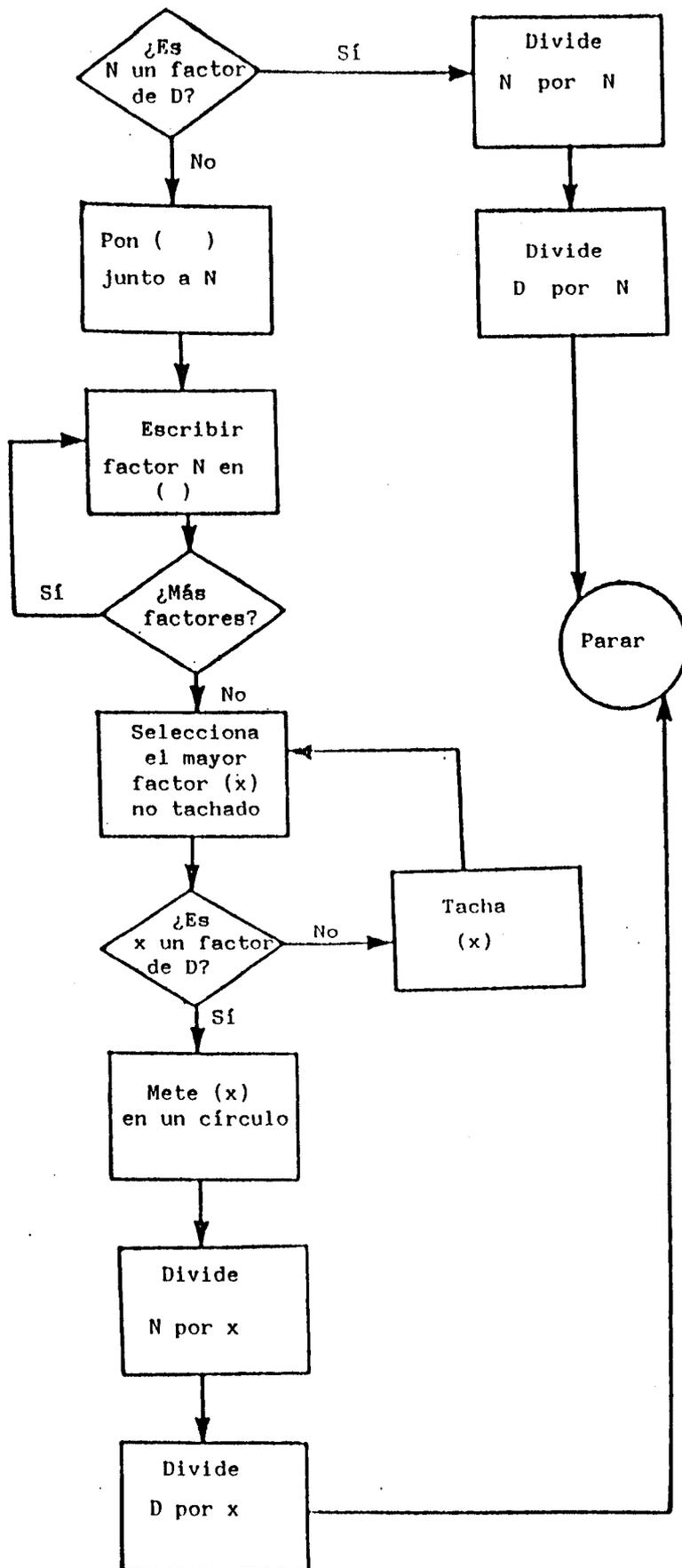


Figura I.2. Diagrama de flujo para enseñar un algoritmo de reducir fracciones a común denominador (Leinhardt y Smith, 1985).

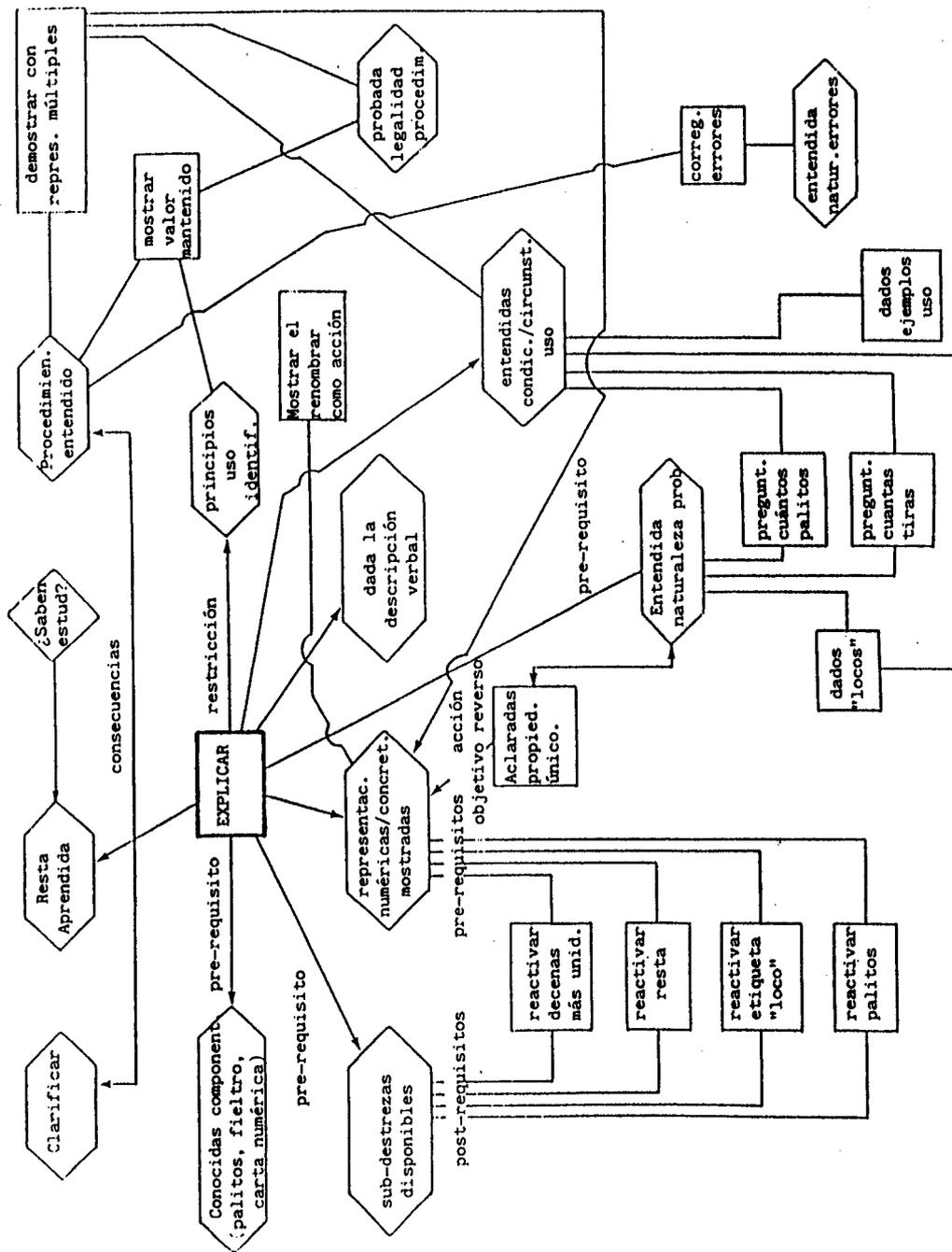


Figura I.3. Red de planificación de un modelo para la explicación de la resta (Leinhardt, 1986).

Es importante ser conscientes de que Leinhardt y sus colaboradores utilizan los anteriores instrumentos en un modo bastante distinto del usual. Concretamente, las redes y diagramas son construídas no por el individuo sino por agentes externos, a partir de la información que obtienen mediante observación en clase, entrevistas con estimulación del recuerdo, vídeos, etc.

El conocimiento de la estructura de la lección está compuesto por conjuntos interrelacionados de acciones organizadas, denominadas esquemas de acción, así como por esquemas de información, que son los que permiten al profesor adquirir y procesar la información para utilizarla después en una actividad posterior.

Los esquemas contienen estructuras de distintos niveles de generalidad; algunos esquemas se refieren a actividades bastante amplias, como por ejemplo corregir los deberes, mientras que otros se restringen a unidades menores de actividad, por ejemplo, repartir los cuadernos de trabajo. En general, un objetivo global implicará un esquema global, que puede descomponerse en esquemas parciales de menor nivel, correspondiendo a objetivos parciales, más concretos que el global.

Algunas de las acciones componentes puede realizarlas el profesor con poco esfuerzo, ya que se han vuelto casi automáticas a través de la práctica continuada. Estas actividades son denominadas rutinas, que son, por tanto, pequeñas porciones de

comportamiento socialmente establecidas y que son conocidas tanto por los maestros como por los estudiantes. Las rutinas reducen la carga cognitiva y permiten al maestro centrarse más en la resolución de elementos impredecibles. Pueden ser de varias clases, no necesariamente excluyentes: de manejo, de apoyo y de cambio (Leinhardt et al. 1984). También pueden ser verbales e intelectuales (Leinhardt, 1983a).

### **I.2.1.3a El conocimiento de la materia específica Matemáticas**

Ball (1989a) ha distinguido tres dimensiones dentro del conocimiento de la materia específica Matemáticas en el sentido de Shulman: **conocimiento sustantivo de las Matemáticas, conocimiento acerca de las Matemáticas, y disposición hacia las Matemáticas.**

a) El conocimiento sustantivo incluye conocimiento proposicional y de procedimiento de las Matemáticas, es decir, comprensión de temas particulares (p.e., fracciones y trigonometría), procedimientos (p.e., divisiones de números de varias cifras y factorización de ecuaciones cuadráticas) y conceptos (p.e., cuadrilátero e infinito), y las relaciones entre estos temas, procedimientos y conceptos. Es lo que convencionalmente se entiende por conocimiento de las Matemáticas.

La misma autora (Ball, 1989b) ha indicado también tres criterios para caracterizar la clase de conocimiento sustantivo que necesitan los profesores. Para ella debe ser correcto, debe abarcar los principios y significados subyacentes y, finalmente, los profesores deben entender y apreciar las conexiones entre las ideas matemáticas. Con respecto al primero de ellos, es evidente que el conocimiento sustantivo de los profesores debe de ser correcto. Sin embargo, el significado de correcto en Matemáticas no siempre es algo directo. No puede decirse que los alumnos de 1<sup>o</sup> de EGB estén equivocados si creen que el cero es el número más

pequeño, y que el número que va después del 2 es el 3. Lo que se considera correcto o incorrecto depende del dominio y del contexto matemático en que se esté operando (Ball, 1989c).

b) El conocimiento acerca de las Matemáticas abarca aspectos tales como la naturaleza del conocimiento de las mismas, de donde proviene, como cambia, la validez relativa de las diferentes ideas y perspectivas, y que significa *saber y hacer* Matemáticas. También incluye conocimientos acerca de las Matemáticas en la cultura y en la sociedad (Ball, 1989c).

Respecto a la naturaleza y discurso de las Matemáticas, ha propuesto cuatro aspectos del conocimiento centrados respectivamente en:

- las respuestas y su justificación.
- la autoridad.
- la actividad matemática.
- la base del conocimiento matemático (convenio frente a lógica).

El primer punto se refiere a lo que se considera en Matemáticas una respuesta, y a su justificación, que es una parte de la respuesta tan importante o más que la respuesta en sí misma. El segundo punto incide en cómo se establece la verdad o falsedad de una respuesta en Matemáticas. Ello no debe hacerse basándose en el libro de texto o en la autoridad del profesor, sino en argumentos que convencan a otros de las conclusiones alcanzadas. Los estudiantes deben desarrollar la capacidad de valorar la

razonabilidad de sus propias conclusiones.

En cuanto a la actividad matemática, conviene recordar que los procedimientos son una herramienta esencial en el aprendizaje de las Matemáticas, pero que no deben convertirse en el objetivo del mismo como sucede a menudo. Finalmente, es claro que cuando el conocimiento de los maestros confunde lo que se basa en convenio con lo que es lógicamente derivable, las Matemáticas pierden su propia naturaleza. Un convenio es, por ejemplo, situar los números positivos a la derecha de la recta numérica, o utilizar el sistema de numeración de base diez. Por el contrario, el que cualquier número elevado a la potencia cero es igual a la unidad no es algo arbitrario.

El conocimiento acerca de las Matemáticas en la cultura y en la sociedad incluye conocer el papel jugado por las Matemáticas en nuestra sociedad y en la vida diaria, la evolución de las Matemáticas como un campo de investigación humana (Rogers, 1979) y los problemas que presenta la enseñanza de las Matemáticas en las escuelas actuales. En este contexto, Bishop (1988) ha indicado la necesidad de que los profesores de Matemáticas de cualquier lugar sean capaces de relacionar una cultura particular de determinados niños con otras culturas.

Como Ball (1989a) indica, es obvio que el conocimiento acerca de las Matemáticas no existe separadamente del conocimiento sustantivo de conceptos y procedimientos particulares.

c) La disposición hacia las Matemáticas se refiere a los sentimientos emocionales hacia ellas, a las propensiones a seguir y profundizar en ciertos temas y a evitar otros, y también la concepción de uno mismo con relación a ellas (p.e., creerse "bueno" en Geometría, pero "malo" en Álgebra).

El conocimiento de las Matemáticas es el producto de una interrelación del conocimiento matemático sustantivo con las ideas y sentimientos acerca de la materia (Ball, 1989a). "Los sentimientos de los profesores son *parte* del modo en que ellos participan y conocen las Matemáticas, *no* una dimensión afectiva separada denominada "actitud", y son una área esencial para la educación del maestro" (Ball, 1989b, p.27). Tendremos ocasión de volver sobre estos puntos al analizar el uso del conocimiento por parte de los profesores.

Diferente, pero relacionado con estas dimensiones del conocimiento de la materia específica de Ball, está el concepto de **dominio afectivo** utilizado por McLeod (1987) para referirse a "un amplio rango de sentimientos y disposiciones que generalmente se miran como algo distinto de la pura cognición" (p.170). Según él, los términos que se utilizan para describir el dominio afectivo son **creencias, actitudes y emociones**, y pueden variar desde "frío" hasta "caliente" según el nivel de intensidad de los sentimientos que representen. Este dominio afectivo de McLeod puede considerarse a *grosso modo* incluido en el conjunto del

conocimiento acerca de las Matemáticas y de la disposición hacia las Matemáticas de Ball.

McLeod caracteriza creencias, actitudes y emociones por:

- a) las creencias acerca de las Matemáticas generalmente involucran poca afectividad y están basadas en respuestas cognitivas más que en sentimientos o respuestas afectivas.
- b) las actitudes hacia las Matemáticas se refieren a sentimientos hacia las mismas que son relativamente consistentes.
- c) las emociones hacia las Matemáticas describen reacciones afectivas mas intensas que las creencias o las actitudes, como por ejemplo sentimientos de alegría, frustración, ansiedad, etc.

Las creencias y las actitudes son en general relativamente estables y resistentes al cambio, mientras que las respuestas emocionales hacia las Matemáticas pueden cambiar muy rápidamente.

Al igual que Ball, McLeod considera que "afecto y cognición están íntimamente ligados y no pueden separarse" (McLeod, 1987, p.171). Incidiendo en la misma línea de pensamiento, Brandau(1988) afirma que "emoción y conocimiento no están en absoluto separados" (p. 195), de forma que cuando se estudia uno de ellos, se estudia también el otro. Sin embargo, desde un punto de vista formal, sí que puede distinguirse entre ambos.

Una línea reciente de investigación en Francia se centra en lo que se denominan **representaciones metacognitivas** acerca de las

Matemáticas, su enseñanza, y su aprendizaje de los profesores de Matemáticas (Bautier y Robert, 1987; Bautier y Robert, 1988; Robert y Robinet, 1989). El concepto de representación y sus características están tomados de un marco teórico desarrollado por J.C. Abric (citado por Robert y Robinet, 1989) en el contexto de la psicología social.

Una representación se define como "el proceso y producto de una actividad mental por la cual un individuo o un grupo reconstruye la realidad con que se enfrenta, y le atribuye un significado específico" (Robert y Robinet, 1989, p.4). Toda representación está constituida por tres elementos fundamentales: un núcleo central, un conjunto de informaciones, actitudes y creencias organizado alrededor de dicho núcleo central, y un sistema de categorización.

El núcleo central tiene dos dimensiones fundamentales, que lo son también de la representación. Una es la **dimensión funcional**, en la que se priman los elementos que se perciben directamente como adecuados para la acción, y la otra es la **dimensión normativa**, en la que se priman los juicios, estereotipos, y opiniones admitidas por el individuo o el grupo en que se incluye.

La categorización tiene por objeto permitir el descubrimiento, la comprensión y la organización de la realidad. Esto se realiza mediante una **reducción** del contexto, llevando a una **sistematización** del mismo que garantiza la posibilidad de la

comunicación. Además, la categorización es un instrumento de orientación para el comportamiento y permite la coherencia interna de la representación, así como el mantenimiento de esta coherencia en el tiempo.

Las representaciones son muy estables, y su evolución se realiza prioritariamente transformando los elementos periféricos, sin alterar el núcleo central. La revisión de éste implica una transformación completa de todo el sistema con una total modificación del universo de opiniones del sujeto. Además, las representaciones de los profesores acerca de las Matemáticas, su enseñanza y su aprendizaje no tienen por qué ser necesariamente coherentes (Robert y Robinet, 1989).

Señalemos finalmente que Bautier y Robert (1987) consideran que este concepto de representación está directamente relacionado con las concepciones acerca de las Matemáticas estudiadas por Thompson (1984).

### **I.2.1.3b Investigaciones acerca del conocimiento de la materia específica Matemáticas**

Aunque en la actualidad la mayor parte de los investigadores han abandonado el criterio de utilizar el número de cursos o de créditos de Matemáticas como una medida del conocimiento de los profesores, éste es conceptualizado y estudiado de formas muy diversas. Los investigadores utilizan una gran variedad de métodos, que incluyen entrevistas, cuestionarios, observaciones, diarios, técnicas de rejilla, etc.

Ball (1989a) ha analizado el conocimiento de un grupo de futuros profesores de enseñanza elemental y secundaria acerca del valor de posición y la numeración. Para ello, les presentó en una entrevista la cuestión que se presenta en la tabla I.2.

Los resultados mostraron que una parte de los maestros tenían un conocimiento meramente de procedimiento. Sus respuestas no mostraban ninguna base significativa para el procedimiento. Conviene resaltar que muchas de sus respuestas eran ambiguas, de forma que resultaba difícil interpretar lo que sabían los maestros acerca del valor de posición. Analizar el conocimiento de los maestros es complicado debido a las limitaciones que pueden tener para hablar, o representar este conocimiento de otro modo.

El conocimiento matemático puede ser tácito, y de hecho

Algunos maestros de octavo grado se dieron cuenta de que varios de sus alumnos cometían el mismo error al multiplicar números de varias cifras. Al tratar de calcular

$$\begin{array}{r} 123 \\ \times 645 \\ \hline \end{array}$$

los estudiantes parecían olvidar "mover los números" (es decir, los productos parciales) en cada línea. Hacían lo siguiente

$$\begin{array}{r} 123 \\ \times 645 \\ \hline 615 \\ 492 \\ 738 \\ \hline 1845 \end{array}$$

en lugar de

$$\begin{array}{r} 123 \\ \times 645 \\ \hline 615 \\ 492 \\ 738 \\ \hline 79335 \end{array}$$

Aunque todos los maestros estaban de acuerdo en que esto era un problema, no coincidían en qué hacer. ¿Qué harías tú si estuvieras enseñando a octavo grado y notaras que varios de tus alumnos cometían el mencionado error?.

Tabla I.2. Cuestión planteada por Ball (1989a) para analizar el conocimiento de los futuros profesores acerca del valor de posición y la numeración.

expertos matemáticos son capaces de resolver complicados problemas y, sin embargo, no pueden articular todo lo que conocen. Pero, el conocimiento tácito, cualquiera que sea su papel en la actividad matemática independiente es inadecuado para la enseñanza. Para poder ayudar a alguien a entender y hacer matemáticas, ser capaz de hacerlo uno mismo no es suficiente. Es necesario un conocimiento explícito, que va más allá de decir las palabras de las afirmaciones o las fórmulas matemáticas, debe incluir un lenguaje más profundo que la representación matemática superficial (Ball, 1989a).

En el mismo artículo, Ball analizó en que medida el conocimiento de los maestros del valor de posición estaba conectado a través de distintos contextos. Para ello, exploró nuevamente el conocimiento de los estudiantes para maestros del valor de posición, pero ahora utilizando un ejercicio estructurado que se centraba en la enseñanza de la resta llevando. En sus respuestas, casi todos los candidatos a maestros se apoyaban explícitamente en el concepto de valor de posición. Parecían entender el papel del valor de posición en la resta llevando, pero no conectaban este conocimiento con el algoritmo de la multiplicación. Su comprensión del valor de posición estaba localizada en compartimentos dentro de contextos específicos, y no era fácilmente accesible en otros contextos.

Esta tendencia a dividir el conocimiento matemático en compartimentos hace aumentar en gran medida el esfuerzo para

aprender y utilizar las Matemáticas. Cada idea o procedimiento parece ser un caso separado. Cada caso requiere una regla distinta y todas ellas deben memorizarse y recordarse individualmente (Ball, 1989c).

Resultados análogos han sido encontrados en otros estudios. Así, por ejemplo, analizando los conocimientos de la división de futuros maestros de primaria, Graeber, Tirosh y Globber (1986) hallaron que los futuros maestros tienden a pensar en términos de una interpretación partitiva de la división, siendo pocos los que eran capaces de escribir problemas de palabras que modelaran una interpretación de medida de la misma. Además, una porción importante de ellos tenían dificultades para resolver problemas de palabras con el divisor mayor que el dividendo (Tirosh et al. 1987).

Una extensión de estos estudios ha sido realizada por Vinner y Linchevski (1988), cuyos resultados confirmaron básicamente los de los autores anteriores.

Otro aspecto analizado por Ball (1989a) es la relación entre el conocimiento sustantivo de las Matemáticas y el conocimiento acerca de las Matemáticas. Los futuros maestros tendían a centrarse en los procedimientos de la multiplicación por razones que iban más allá de su conocimiento sustantivo del valor de posición, y estaban más bien relacionados con sus ideas acerca de las Matemáticas. Algunas de las ideas dominantes eran:

- Hacer Matemáticas significa seguir paso a paso procedimientos para llegar a la respuesta.
- Saber Matemáticas significa saber cómo hacer las cosas.
- Las Matemáticas son en gran medida una colección arbitraria de hechos y reglas.
- Una razón primaria para aprender Matemáticas es pasar curso.
- La mayor parte de las ideas matemáticas tienen poca o ninguna relación con los objetos reales y, por tanto, sólo pueden representarse simbólicamente.

Las hipótesis que los futuros maestros tenían acerca de la naturaleza del conocimiento matemático y lo que significa saber algo en Matemáticas delimitaban lo que ellos consideraban como una respuesta a las preguntas que se les hacía en la entrevista.

El carácter implícito y no consciente, en el sentido indicado antes, que tiene en muchos casos el conocimiento de los maestros acerca de las Matemáticas, hace necesario recurrir a situaciones en que dicho conocimiento se ponga de alguna forma de manifiesto.

Borasi (1985, 1987) considera que el análisis y la discusión de los errores cometidos por los alumnos proporciona un contexto especialmente adecuado para analizar el conocimiento de los maestros. Más aún, los errores matemáticos pueden ser un valioso instrumento para iniciar la discusión y reflexión acerca de la naturaleza de las Matemáticas que lleve a la adquisición de conocimientos acerca de las mismas. Así, por ejemplo, contrastando

casos de definiciones correctas e incorrectas de un cierto concepto pueden llegarse a identificar los criterios de formulación de "buenas" definiciones en Matemáticas (Borasi, 1988).

Citaremos a continuación alguna de las investigaciones centradas en la comprensión de conceptos y procedimientos matemáticos. Uno de los campos más estudiados es el de la Geometría. Así por ejemplo, se ha estudiado la capacidad de representación gráfica y descripción verbal de figuras de tres dimensiones (Burton et al. 1986), y el grado de desarrollo con relación a los niveles de Van Hiele (Mason y Schell, 1988; Mayberry, 1983; Gutiérrez y Jaime, 1987; Mattos, 1985).

También han sido investigados algunos aspectos del concepto intuitivo de conjunto que tenían un grupo de 309 maestros y estudiantes para maestros de primaria en Israel (Linchevski y Vinner, 1988). Utilizando cuestionarios, encontraron importantes discrepancias con el concepto matemático de conjunto.

Muchos de los participantes creían que los elementos de un conjunto deben tener una propiedad común, que un conjunto no puede ser un elemento de otro, y que el orden en que se dan los elementos de un conjunto, o repetir uno de ellos, es importante.

Even et al. (1988) han examinado el conocimiento que un grupo de estudiantes para profesores de Matemáticas de Secundaria del

último curso tenían acerca de las funciones. Concretamente, se les pidió que escribiesen una definición de función, que indicasen cómo estaban relacionadas las ecuaciones y las funciones, y que resolviesen diversas ecuaciones cuadráticas. Los resultados sugirieron que muchos estudiantes tenían una fuerte tendencia a identificar ecuaciones con funciones, mostrando un conocimiento limitado e inadecuado de éstas.

En otros estudios (Martin y Wheeler, 1987; Wheeler y Martin, 1988) se ha analizado el conocimiento conceptual, implícito y explícito, de un grupo de estudiantes para profesores en relación con su idea del infinito. La mitad de los participantes parecían tener un conocimiento adecuado de la simbolización explícita del infinito, pero varios de ellos fueron inconsistentes cuando su conocimiento explícito se contrastaba con sus respuestas a preguntas que involucraban un conocimiento implícito.

El conocimiento de la relación entre funciones y ecuaciones que poseían un grupo de futuros profesores de secundaria, ha sido estudiado por Even (1988). Nuevamente en este caso se encontró que los futuros profesores sólo tenían un conocimiento limitado. En particular, les faltaba habilidad para relacionar las soluciones de las ecuaciones con valores de la función correspondiente.

En algunos casos se ha utilizado el lenguaje escrito para analizar el conocimiento de los profesores o futuros profesores. Bliss y Sakanidis (1988) pidieron a un grupo de 40 futuros

profesores, que seguían un curso de Matemáticas, que explicasen por escrito algunos conceptos de álgebra a los alumnos. Las respuestas escritas revelaron errores relacionados con factorización/producto, fórmula/ecuación, y razón.

También se ha estudiado la comprensión que del concepto de prueba matemática tienen los futuros profesores (Harel y Martin, 1986) y los profesores de secundaria (Braconne y Dionne, 1987).

Centrándose ya más en el conocimiento acerca de las Matemáticas en el sentido de Ball, Oprea y Stonewater (1987) han puesto de manifiesto algunas inconsistencias entre lo que pensaban un grupo de profesores acerca de la enseñanza de las Matemáticas y lo que pensaban con relación al contenido de las mismas. Miller (1985) ha analizado las actitudes hacia las Matemáticas de estudiantes para maestros, y Stonewater y Oprea (1988) han comparado y contrastado los niveles de desarrollo cognitivo de tres profesores de secundaria con varios años de docencia con sus creencias acerca de las Matemáticas .

Brown y Cooney (1985) han señalado la importancia que las creencias acerca de las Matemáticas tienen sobre la forma en que los profesores definen las situaciones de la clase, indicando que, aunque no sean perfectamente congruentes, las creencias y la práctica están ciertamente relacionadas. Otros trabajos en que se examinan las concepciones y creencias de los maestros acerca de las Matemáticas han sido realizados por Ferrini-Mundi (1986),

Rector y Ferrini-Mundi (1986), Lerman (1983) y Thompson (1984).

En esta misma línea, Ernest (1988,1989) llevó a cabo una investigación con un grupo de estudiantes para maestros de primaria en relación con el conocimiento de las Matemáticas, la actitud hacia las mismas, el agrado y la confianza mostrados en su enseñanza (durante las prácticas) y la aproximación que utilizaban (abierta frente a cerrada). Los especialistas en Matemáticas tendían a presentar actitudes positivas hacia las Matemáticas y su enseñanza, pero variaban en su forma de enseñarla. Por otro lado, para los estudiantes con bajos conocimientos de Matemáticas parecía ser que las actitudes hacia las mismas eran menos significativas que sus actitudes hacia la enseñanza de las Matemáticas, en lo que se refiere a su modo de enseñarlas. Hay que señalar que en esta investigación el nivel de conocimiento de las Matemáticas se midió por las asignaturas cursadas y las calificaciones obtenidas en ellas por los futuros maestros.

Otro aspecto que ha merecido atención es la posible relación entre la confianza que tienen los maestros en sus conocimientos de las Matemáticas y en su capacidad para enseñarlas por un lado, y sus conocimientos reales de Matemáticas por otro. Fresko y Ben-Chaim (1986) encontraron una relación muy parcial entre ambas variables.

Las causas a las que un grupo de profesores de Matemáticas de secundaria atribuían el éxito o fracaso de sus alumnos han sido

investigadas por Steinberg et al. (1985). Como estos autores señalan, el estudio de estas creencias es importante por tres razones:

- a) Pueden ser comunicadas a sus alumnos y, consecuentemente, afectar el modo en que los estudiantes se perciben a sí mismos.
- b) Pueden influenciar la confianza de los profesores en su capacidad para ayudar a alumnos de distintas capacidades.
- c) Pueden afectar el modo en que los profesores adaptan el contenido para alumnos de distintos niveles.

De hecho, las tres relaciones anteriores se pusieron claramente de manifiesto en el estudio.

Ball (1989b) se ha fijado en los sentimientos hacia las Matemáticas de un grupo de futuros maestros, mostrando que dichos sentimientos se ponen de manifiesto en la forma que piensan acerca de las Matemáticas, estando además sólidamente unidos con su conocimiento sustantivo de la disciplina.

Observó, además, una importante diferencia entre los candidatos a maestros (sin una formación matemática específica) y los candidatos a profesores de secundaria (con estudios previos universitarios de Matemáticas). La mitad de los maestros dijeron que disfrutaban con las Matemáticas y que se consideraban buenos en ellas, mientras que más de un tercio se manifestaron en sentido contrario y señalaron que tratarían de evitar tener que enseñarlas. Por el contrario, todos los candidatos de secundaria disfrutaban con las Matemáticas y se creían buenos en ellas.

Los análisis de las entrevistas realizadas mostraron que los sentimientos acerca de las Matemáticas y de sus propias capacidades matemáticas estaban relacionados con la cantidad de Matemáticas que ellos creían que sabían, sus puntos de vista de la materia, y lo que creían que era la habilidad matemática en general. Los que creían saber Matemáticas estaban más seguros de sí mismos y de sus respuestas, a pesar de que muchas de dichas respuestas reflejaron concepciones erróneas acerca de ideas matemáticas particulares o acerca de la propia disciplina.

Los resultados anteriores están de acuerdo con los de Aitken (1976), que encontró que los futuros maestros de Matemáticas de secundaria tenían actitudes más positivas hacia ellas que los de primaria.

Citemos ahora algunas de las investigaciones relacionadas con las representaciones de las Matemáticas y su enseñanza. Colomb, Guillaume y Charney (1987) compararon las representaciones, obtenidas mediante una encuesta, de los maestros con las de los profesores de Matemáticas de secundaria (concretamente entre maestros de CM2 y profesores de 6<sup>o</sup> en Francia). La hipótesis subyacente era que debían existir relaciones entre las representaciones de la disciplina así obtenidas y lo que se observa en clase, y el objetivo era abordar uno de los aspectos que pueden ser importantes para el cambio crucial que representa para los alumnos pasar de un ciclo a otro. Los resultados

mostraron algunas diferencias, pero no muy acusadas. A pesar de su distinta formación, status, y vida profesional, los enseñantes de ambos ciclos mostraron puntos de vista bastante convergentes a propósito de las Matemáticas y su enseñanza.

Partiendo de la observación de que al llevar a la práctica secuencias de enseñanza que les habían sido transmitidas, muchos enseñantes introducían modificaciones que llegaban incluso a la desnaturalización del proyecto inicial, Robert y Robinet (1989) deducen que todo enseñante tiene, implícita o explícitamente concepciones acerca de la enseñanza, en relación con su conducta, con lo que hay que hacer y no hacer en clase, con las conductas de los alumnos que hay que favorecer o impedir; en resumen, sobre la manera adecuada de enseñar las Matemáticas.

Utilizando el marco conceptual de las representaciones anteriormente citado, han abordado un estudio sistemático de las representaciones metacognitivas de los profesores de Matemáticas. Este estudio se viene desarrollando en varias fases. En una primera fase analizaron las publicaciones aparecidas en la revista francesa de la asociación de profesores de Matemáticas entre 1968 y 1988. Trataban de obtener de este modo alguna información acerca de la evolución de las representaciones de las Matemáticas entre los profesores de la asociación, como un colectivo.

Sin embargo, su principal conclusión fue que las representaciones eran extremadamente estables en el período

considerado. Más concretamente, algunos de sus resultados fueron:

a) Acerca de la epistemología

Los distintos autores niegan que las Matemáticas sean una teoría acabada, un texto existente en alguna parte que hay que descubrir, un lenguaje sofisticado, un conjunto de reglas de juego, o una demostración. Por el contrario, consideran que las Matemáticas son una obra humana en perpetua evolución, que se construye poco a poco y con esfuerzo.

b) Acerca de la pedagogía

Se considera que se aprende haciendo, y hacer en Matemáticas quiere decir resolver problemas.

c) Acerca del profesor y los alumnos

El profesor no es el único poseedor del saber, y su papel debe de ser el de un animador, suministrador de problemas para ser resueltos. Además, los alumnos sólo pueden aprender si están motivados internamente o si se les motiva mediante actividades, por ejemplo de tipo interdisciplinar o con una base histórica.

En una segunda fase, para analizar las representaciones cognitivas individuales de los profesores de Matemáticas se les suministró un cuestionario a un cierto número de ellos. Algunas de

las preguntas eran:

- ¿Qué significa para usted saber Matemáticas (para un profesional, para un alumno)?
- ¿Le atribuye un papel importante a la memoria?. ¿Por qué?
- ¿Hace usted una enseñanza basada en los métodos (precise)?
- Si tuviese que caracterizar las Matemáticas, ¿qué escogería de la siguiente lista: teoría, herramienta para resolver problemas, útiles de cálculo, formalismo, texto de saber, otras?
- ¿Es usted partidario de la enseñanza de Historia de las Matemáticas?. ¿Por qué?
- ¿Qué cambian los nuevos programas en la actitud de los profesores y los alumnos, incluyendo con relación a la evaluación?

Los resultados de esta investigación, que los propios autores denominan preliminares, muestran que las declaraciones de los enseñantes difieren poco en ciertos puntos (por ejemplo, en la importancia de los ejercicios), mientras que aparecen contrastes en otros (por ejemplo, en lo que es importante para el aprendizaje en general). Sin embargo, estas diferencias, señalan, no tienen que corresponder necesariamente a concepciones profundas distintas sino que tal vez reflejen sólo situaciones distintas, incluso opuestas, de enseñanza. Además, el análisis de los resultados mostró también que afirmaciones aparentemente parecidas pueden significar cosas completamente distintas en la práctica.

Por estas razones, han comenzado ahora un análisis de lo que denominan **representaciones locales**, a nivel del aula, analizando la conducta de los profesores durante la clase. Esta es la fase en la que se encuentran actualmente las investigaciones, y de la que sólo tenemos noticias de algunos resultados muy preliminares. Así, por ejemplo, se han identificado dos componentes importantes para diferenciar a los profesores:

- a) los largos silencios sin intervenir en el discurso de la clase, dejando actuar a los alumnos incluso si hay errores.
- b) la intervención, dando pistas de distintos tipos.

### **I.2.1.3c Conocimiento de contenido pedagógico.**

Son pocos los estudios dedicados a analizar y categorizar el conocimiento de contenido pedagógico. En el caso concreto de las Matemáticas muy recientemente Marks (1989) ha realizado un intento en este sentido, siguiendo un procedimiento de tipo recursivo. Su punto de partida está representada en la figura I.4, que muestra la relación entre el conocimiento de la materia específica, el conocimiento pedagógico general, el conocimiento de contenido pedagógico, y el proceso de enseñar.

Consistentemente con dicha figura, Marks considera que el conocimiento de la materia específica es el conocimiento de las Matemáticas que no está específicamente orientado a la enseñanza o aprendizaje de las mismas. Análogamente, el conocimiento pedagógico general está directamente relacionado con la enseñanza y el aprendizaje, pero no específicamente desde el punto de vista de las Matemáticas. Marks toma entonces como definición de partida que el conocimiento de contenido pedagógico es el conocimiento acerca de la enseñanza y aprendizaje de las Matemáticas.

A partir de un análisis matricial detallado de las notas, y grabaciones de un grupo de profesores de Matemáticas, cada uno de los cuales realizó una serie de sesiones de ejercicios, fue capaz de construir una estructura categórica para el conocimiento de contenido de los maestros de 5<sup>o</sup> grado (EE UU) acerca de la

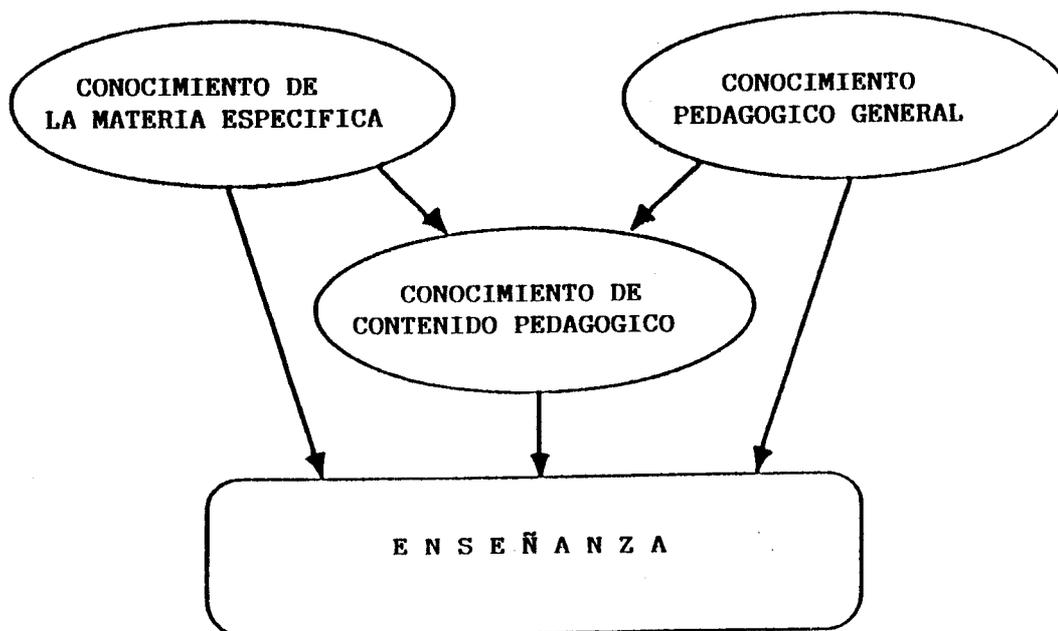


Figura I.4. Relación entre el conocimiento de la materia específica, el conocimiento pedagógico general, el conocimiento de contenido pedagógico, y el proceso de enseñar según Marks (1989).

equivalencia de fracciones. El conocimiento de contenido pedagógico depende fuertemente del contexto que se considere y, por tanto, debe considerarse dependiente de la materia específica de que se trate, del nivel y tema concreto, así como de los profesores cuyo conocimiento se analice. A pesar de todo esto, creemos que los resultados obtenidos por Marks pueden considerarse un punto de partida adecuado para futuras investigaciones.

La imagen del conocimiento de contenido pedagógico identificada por Marks (1989) está representada en la figura I.5, y con mayor detalle en la figura I.6. Se identifican cuatro áreas principales del conocimiento de contenido pedagógico de los maestros:

- de las Matemáticas con fines instruccionales.
- de la comprensión de las Matemáticas de los estudiantes.
- de los medios de instrucción de las Matemáticas.
- de los procesos de enseñanza para las Matemáticas.

Las cuatro áreas anteriores se manifestaron muy integradas en el estudio, en el sentido de que la mayor parte de los elementos de conocimiento identificados abarcaban varias de ellas. Además, las Matemáticas para la instrucción aparecen como una categoría específica, y no abarcando todo el esquema del conocimiento de contenido pedagógico, ya que muchos elementos de conocimiento se centraban específicamente en este área. El carácter central de la materia específica Matemáticas se destaca en las figuras. Además,

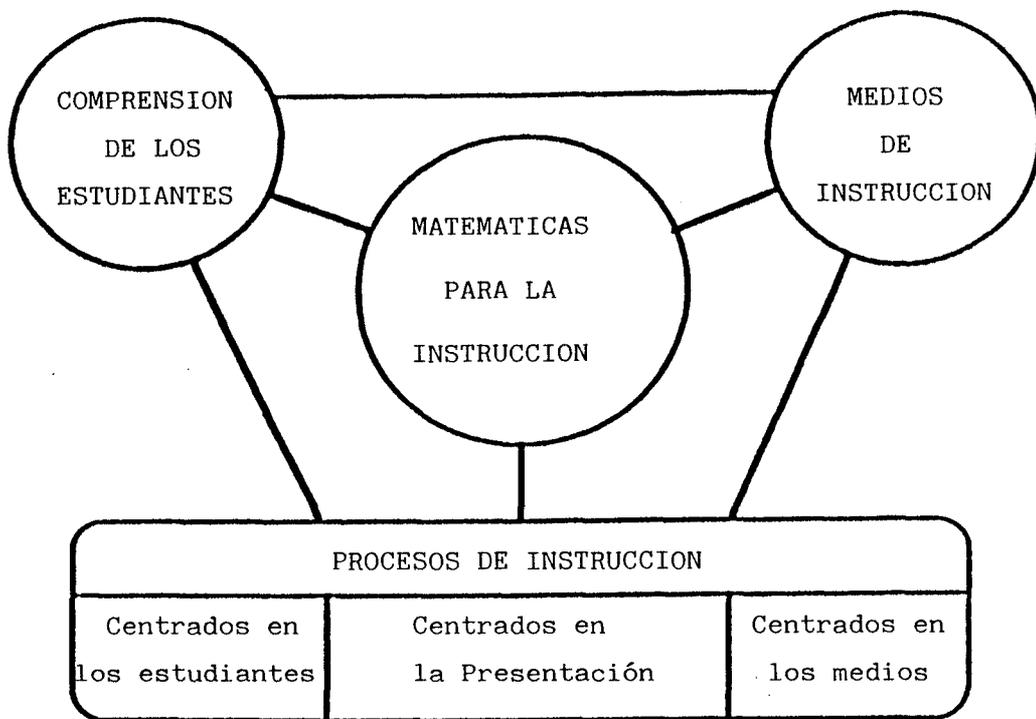


Figura I.5. Imagen del conocimiento de contenido pedagógico obtenida por Marks (1989) en sus investigaciones.

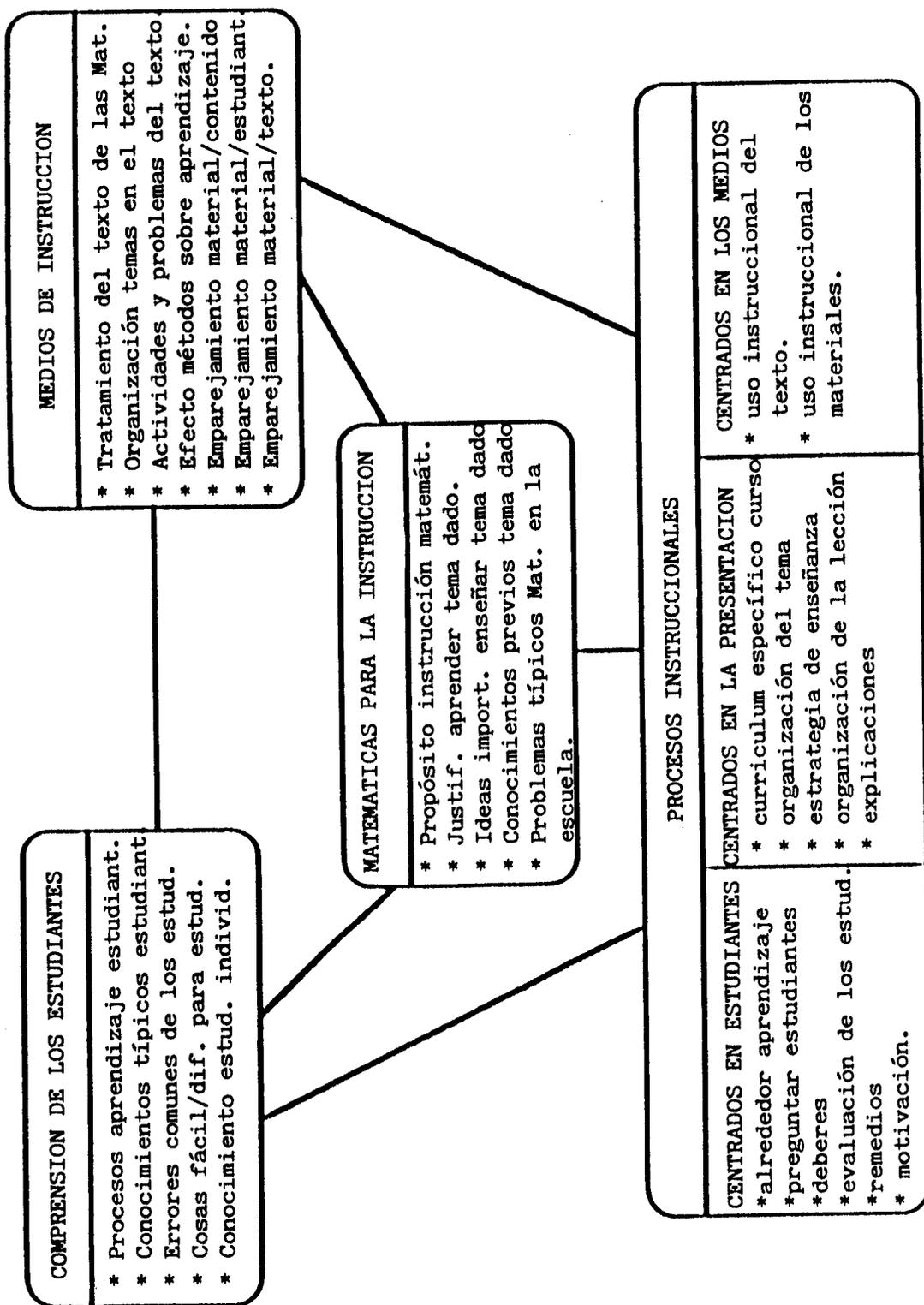


Figura I.6. Ampliación detallada de la imagen presentada en la figura I.5.

las tres categorías de la parte superior se representan por círculos y los procesos de instrucción por un rectángulo para indicar que las tres primeras tienen esencialmente naturaleza de factores, mientras que los procesos de instrucción pertenecen más al campo de las acciones. En este sentido, aquellas pueden considerarse como los datos ingredientes, y éstas como las técnicas para combinarlos en forma adecuada. Los tres subdominios en que se han dividido los procesos de instrucción indican el elemento que domina en la acción.

En la figura I.6 se muestran también las subcategorías identificadas dentro de cada una de las categorías de la figura I.5. No entraremos aquí en la discusión de cada una de esas subcategorías por varias razones. En primer lugar, la mayoría de ellas son fácilmente identificables a partir de su denominación. En segundo lugar, al corresponder a una descripción más fina, es de esperar que las subcategorías sean más dependientes del contexto, así como de la técnica de investigación utilizada.

Señalemos que también para este autor la diferencia entre conocimiento y creencias es muy difícil de establecer. No es fácil formular definiciones operacionales que permitan distinguirlas. Además "aún cuando la distinción entre conocimiento y creencias es importante epistemológicamente, en el nivel actual de la investigación sobre el conocimiento de los profesores es ciertamente restrictiva, quizás innecesaria, y probablemente imposible excepto en dominios muy restringidos" (Marks, 1989,

p.46).

McDiarmid et al. (1989) han discutido la importancia de una de las componentes del conocimiento de contenido pedagógico, concretamente las **representaciones instruccionales**. Bajo este término agrupan "un amplio rango de modelos que pueden transmitir algo acerca de la materia específica al aprendiz: actividades, preguntas, ejemplos, y analogías, por ejemplo" (p.194). Los profesores, consciente o inconscientemente, están continuamente creando y utilizando representaciones instruccionales de la materia específica.

Existen distintas formas de representaciones. En Matemáticas una idea puede representarse verbalmente, simbólicamente, gráficamente, o concretamente (Llinares y Sánchez, 1988). Una representación puede conectar ideas matemáticas, conectar un concepto o procedimiento con una idea en otro tema, o relacionarlo con algo en el mundo que nos rodea.

Las representaciones en la enseñanza de las Matemáticas no pueden reducirse a considerar cada curso como una sucesión de temas para los que se deben desarrollar representaciones. Además de representar la sustancia de un tema, los profesores representan también su naturaleza.

Así, por ejemplo, las representaciones que se utilicen conllevan un significado de lo que es "hacer" Matemáticas, de si

las ideas matemáticas son susceptibles de interpretación o discusión, etc. De este modo, los profesores al utilizar las representaciones comunican a sus alumnos mensajes implícitos acerca de la naturaleza de la disciplina.

Algunos aspectos asociados con las representaciones, tales como sus fuentes, y el modo de calibrar si son apropiadas para los fines pretendidos, son también analizados por McDiarmid et al (1989) en el mismo trabajo.

El conocimiento de contenido pedagógico de los profesores en el caso de las Matemáticas ha sido estudiado por diversos autores. Partiendo de la necesidad de una mayor interconexión entre las investigaciones de la enseñanza y las del aprendizaje (Romberg y Carpenter, 1986; Carpenter et al. 1988a), así como de los resultados de las investigaciones cognitivas acerca del desarrollo de los conceptos y destrezas relacionados con la suma y la resta de los niños (Carpenter, 1985a; Carpenter 1985b; Carpenter y Moser, 1983; Riley et al. 1983), Peterson et al (1987) analizaron las creencias de contenido pedagógico en Matemáticas de un grupo de maestros de primaria.

Los resultados indicaron que existían relaciones significativas entre las creencias de los maestros, sus conocimientos y los logros de sus alumnos, medidos éstos por la habilidad en la resolución de problemas.

Carpenter et al. (1987; 1988b) estudiaron el conocimiento de contenido pedagógico de un grupo de maestros, centrándose en la capacidad de identificar distintas clases de problemas, el conocimiento general de las distintas estrategias que los niños usan para resolver diferentes problemas, y la habilidad para predecir cuales de sus estudiantes serían capaces de resolver determinados problemas y qué estrategias utilizarían.

Dentro de la misma línea de investigación, Fennema y Carpenter (1988) concluyen que el conocimiento de contenido pedagógico de los maestros es una componente crítica para que los niños puedan aprender matemáticas entendiéndolas.

Cuestiones relacionadas habían sido estudiadas con anterioridad por Zehavi y Bruckheimer (1981;1983). Utilizando un cuestionario pidieron a un conjunto de profesores de distintos niveles educativos que predijeran el nivel de éxito de sus alumnos, así como el de sus dificultades (incapaces de comenzar, utilizan procedimientos inadecuados, emplean una notación inadecuada, cometen errores algebraicos técnicos). El tema elegido fue la aplicación a la noción de función de la resolución de ecuaciones.

Los resultados del cuestionario se compararon con las respuestas de los alumnos. La principal conclusión es que las concepciones que tenían los enseñantes de las dificultades de sus alumnos no correspondían siempre a la realidad, sino que estaban

influenciadas por la formación que habían recibido los propios profesores.

Otras investigaciones acerca de la enseñanza de las Matemáticas han explorado la relación entre la materia específica y la pedagogía, sin una referencia explícita a la denominación "conocimiento de contenido pedagógico". Tal es el caso de Leinhardt y sus colaboradores (Leinhardt, 1986; Leinhardt y Smith, 1985). Su definición de conocimiento de la materia específica incluye categorías pedagógicamente importantes, como los errores de los estudiantes, la presentación del curriculum, las representaciones múltiples, y las fuentes de ejemplos, explicaciones y demostraciones.

Análogamente, el trabajo de Thompson (1984) citado con anterioridad incluye componentes relevantes del conocimiento de contenido pedagógico, y lo mismo puede decirse de muchos de los estudios dedicados al conocimiento de la materia específica de los maestros o profesores.

Finalmente, y aunque se trata de un estudio que no se refiere al caso de las Matemáticas, citaremos por su importancia el trabajo de Wilson et al. (1987) acerca de cómo los profesores noveles transforman y elaboran su conocimiento de contenido pedagógico, y el papel que juega en dicho proceso el conocimiento sustantivo de la materia específica.

Dentro de la misma agenda de investigación Gudmundsdottir (1987b) ha analizado en un estudio de dos alumnos de un programa de formación del profesorado, el desarrollo del conocimiento de contenido pedagógico a partir del conocimiento específico de la materia. En los casos considerados, ello implicaba además llenar un vacío entre el contenido aprendido y el contenido multidisciplinar que debían enseñar.

Claramente, la imagen del profesor y de sus conocimientos que hemos venido desarrollando plantea la necesidad de nuevas perspectivas a la hora de evaluar a los profesores, o a los aspirantes a serlo. Por un lado, son varias las dimensiones de conocimientos y actuaciones que se deben considerar. Por otro, hay que conciliar el reconocimiento de la validez de respuestas alternativas en muchos casos, con el mantenimiento de niveles de calidad para las distintas respuestas.

En la Universidad de Stanford, Shulman y sus colaboradores (Haertel, 1988) ha venido elaborando un conjunto de **ejercicios de actuación** acerca de la enseñanza de varios temas y, en particular, de la equivalencia de fracciones.

Un ejercicio de actuación "es un ejercicio estructurado que simula en cierta medida la enseñanza real, la planificación de la lección, la interacción colegial, u otras actividades requeridas de hecho a los maestros" (Haertel, 1988, p.5).

El punto de vista adoptado por Shulman y sus colaboradores es que los profesores, como profesionales, no sólo deben de ser capaces de actuar en la clase, sino que también deben de ser capaces de hablar acerca de la enseñanza, y explicar lo que hacen.

En una experiencia realizada con un grupo de maestros, los ejercicios de actuación fueron evaluados con respecto a cinco dimensiones: Responsabilidad profesional; Conocimiento de la materia específica; Pedagogía específica del contenido; Organización y manejo de la clase; y Pedagogía, sensibilidad, y capacidad de respuesta hacia los estudiantes.

Los diversos ejercicios estaban diseñados para poner de manifiesto de un modo especial los distintos aspectos del conocimiento de contenido pedagógico. En las tablas I.3 y I.4 describimos, a modo de ejemplo, dos de los ejercicios propuestos, referentes a la planificación de una lección y a la discusión de algoritmos abreviados para la resolución de problemas de fracciones, respectivamente (Haertel, 1988).

El proyecto está todavía en fase de desarrollo, y los propios autores reconocen que queda bastante labor por realizar, en particular en lo que se refiere a la fiabilidad y validez de las evaluaciones de las pruebas, pero es claro que representa un gran avance e innovación en el camino, no sólo de evaluar a los profesores y futuros profesores, sino también en la comprensión del conocimiento base de los profesores.

DESCRIPCION DEL EJERCICIO DE PLANIFICACION DE UNA  
LECCION DE MATEMATICAS

Este ejercicio pide a los candidatos que planifiquen y expliquen una lección que el candidato enseñaría a una clase de quinto grado. Al candidato se le dan dos páginas de un libro de texto acerca de la simplificación de fracciones, y 30 minutos para planearla. Después de la planificación, un examinador entrevista al candidato, con preguntas como éstas:

1. ¿Cuales son los puntos importantes de la lección?.
2. ¿Qué es fácil y qué es difícil de la lección?.
3. ¿Cual es la importancia relativa de la lección con respecto a otros temas que explicas?.
4. ¿Qué esperas que sepan los estudiantes antes de que expliques la lección?.
5. ¿Qué problemas utilizarías para aclarar el tema?.

Tabla I.3. Ejercicio de actuación acerca de la planificación de una lección de Matemáticas.

## EJERCICIO DE ALGORITMOS ABREVIADOS

Este ejercicio contiene tres problemas numéricos relacionados con la equivalencia de fracciones, de los que se encuentran típicamente en libros de texto de quinto grado. Cada problema se acompaña de la descripción de un algoritmo "abreviado" para su solución. Al candidato se le hace la misma serie de preguntas acerca de cada uno de los algoritmos: ¿Por qué funciona este algoritmo?. ¿Debería ser enseñado a los alumnos, y por qué, y cómo?. ¿Cuales son las alternativas?. ¿Cómo se relaciona este algoritmo con otras ideas matemáticas?

Problema A:  $5/6 = ?/18$

**Método de "Gozinta":**

Sugerir al estudiante: ¿Cuántas veces entra 6 en 18? (3)

¿Cuántas son 3 veces 5? (15)

**Comentario:** El método oscurece la operación matemática, que es multiplicar por 1 en la forma  $3/3$ ; difícil de usar cuando los denominadores no son múltiplos.

Problema B :  $5/9 = 45/81$  ¿Son estas dos fracciones equivalentes?.

**El método del producto cruzado:**

Sugerir al estudiante: ¿Cuántas son 5 veces 81?

¿Cuántas son 9 veces 45?

¿Son los productos cruzados iguales?

Si es así, las fracciones son equivalentes.

Comentario: El método no es una forma obvia de multiplicar ambas fracciones por  $9 \times 81$ ; una vez entendido, puede ser útil con números grandes y en álgebra.

Problema C:  $6/8$   $11/12$  ¿Cuál de estas fracciones es mayor?.

El método 1-2-3:

1. Si los denominadores son iguales, la fracción con mayor numerador es mayor.
2. Si los numeradores son iguales, la que tiene menor denominador es mayor.
3. Si ninguno de los dos son iguales, la fracción con los números más altos más próximos es la mayor.

Comentario: Los métodos 1 y 2 son válidos y útiles, el número 3 no cubre todos los casos restantes (los números pueden ser bien maores o bien más próximos. pero no ambas cosas) y a veces da respuestas erróneas (por ejemplo con fracciones impropias).

Tabla I.4. Ejercicio de actuación acerca de algoritmos abreviados de fracciones (Haertel, 1988).

#### I.2.1.4 Estructura y formas del conocimiento de los profesores

Los resultados empíricos de la investigación sobre el pensamiento de los profesores, así como los informes analíticos de los procesos cognitivos humanos y de la enseñanza, muestran que el contenido del conocimiento de los profesores "se organiza en estructuras (esquemas) que facilitan la acción profesional " (Calderhead, 1988a, p.28).

Elbaz (1983) analiza como está estructurado el conocimiento de Sarah, que clase de generalizaciones permite, y como está relacionado con el contexto práctico en el que se apoya. Para ello, distingue tres niveles que reflejan distintos grados de generalidad:

a) Las **reglas prácticas**, que son formulaciones claras y breves de qué hacer y cómo hacerlo en las situaciones particulares más corrientes. Al utilizarlas, los fines pretendidos se toman por dados.

b) Los **principios prácticos**, que son formulaciones más amplias, que involucran reflexión. Los fines pretendidos se afirman.

c) Las **imágenes**, que capturan los propósitos y el conocimiento de

los maestros al nivel más general. Son formulaciones breves, descriptivas, o metafóricas de un aspecto de la situación, conteniendo a menudo un juicio de valor.

Las imágenes median entre el pensamiento y la acción a un nivel más general que las reglas y los principios, y muestran cómo distintas clases de conocimiento y valores se juntan en la enseñanza. Las imágenes expresan los propósitos de los maestros (Feiman-Nemser y Floden, 1986).

Posteriormente, la misma autora y colaboradores (Elbaz et al. 1986), basándose en la psicología cognitiva han utilizado el concepto de **estructuras de conocimiento**, refiriéndose al "cuerpo organizado de conocimiento que los seres humanos almacenan en la memoria a largo plazo en forma de conceptos, jerarquías, esquemas, redes proposicionales y sistemas de producción" (p. 45).

También dentro de las corrientes cognitivas, Shavelson (1986) considera que el pensamiento de los profesores y las rutinas de enseñanza pueden describirse mediante tres tipos distintos de esquemas: **proposicionales, guiones, y escenarios.**

a) Las estructuras proposicionales caracterizan el conocimiento del profesor de los estudiantes, de las estrategias pedagógicas y de las asignaturas, incluyendo metas y contenidos.

b) Los guiones son estructuras de la mente que representan

experiencias familiares y cotidianas, incluidas en un marco espacio-temporal. Caracterizan las rutinas de enseñanza. Son, pues, estructuras de conocimientos concretos que se adquieren a través de las rutinas cotidianas.

c) Los escenarios se refieren a la organización del conocimiento de los profesores respecto de los lugares y escenarios del aula. Comprenden un inventario de los objetos, así como sus relaciones topológicas.

Shulman (1986b) sugiere tres formas de conocimiento del maestro (tabla I.5): **proposicional, de casos y estratégico**

La mayor parte de lo que se enseña a los maestros es en forma de proposiciones. Hay tres tipos de proposiciones: **principios, máximas y normas**. Los principios tienen su origen en la investigación empírica o filosófica, mientras que las máximas están fundamentadas en la práctica y no han sido nunca confirmadas por la investigación. De hecho serían en general muy difíciles de demostrar. Finalmente, las normas reflejan valores éticos o morales que los maestros incorporan y emplean.

El conocimiento de casos es un conocimiento de sucesos específicos, bien documentados y descritos con detalle. Hay que señalar que un caso no es simplemente el relato de un suceso o un incidente. Llamar a algo un caso implica hacer una afirmación teórica, bien manteniendo que es un "caso de algo", bien que es un

PROPOSICIONAL	Principios	Máximas	Normas
DE CASOS	Prototipos	Precedentes	Parábolas
ESTRATEGICO			

CONOCIMIENTO

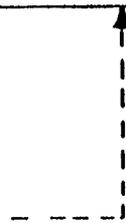


Tabla I.5 Formas del conocimiento del profesor según Shulman (1986b)

ejemplo de una clase más amplia. Un suceso puede simplemente ser descrito; un caso debe explicarse, interpretarse, discutirse, diseccionarse y volverse a unir los trozos. Aprender a reconocer ejemplos como pertenecientes a distintos conceptos es una parte esencial de la adquisición de conocimiento en cualquier campo.

Correspondiendo a las tres clases de conocimiento proposicional hay tres clases de casos: **prototipos**, que son ejemplos de principios teóricos; **precedentes**, que capturan y comunican máximas; y **parábolas**, que transmiten normas. Naturalmente, un caso dado no tiene por qué servir para una de estas funciones sólo.

Tanto las proposiciones como los casos tienen para Shulman (1986b) la característica de unilateralidad, es decir, la deficiencia de indicar una regla particular o modo práctico de ver. Cuando el profesor se enfrenta con situaciones o problemas en que los principios colisionan y no hay una solución sencilla, se desarrolla el **conocimiento estratégico**.

El conocimiento estratégico se genera para extender el conocimiento más allá de los principios, hasta la práctica (Shulman, 1984). Es el que permite tomar una gran cantidad de decisiones no triviales cada día con respecto a la conducción real de la enseñanza.

Shulman (1986b) reconoce que, quizás, este conocimiento

estratégico sea distinto de los otros dos, y pueda considerarse como "un proceso de análisis, de comparar y contrastar principios, casos y sus implicaciones para la práctica" (p.14). Desde esta perspectiva el procesamiento estratégico produciría nuevos conocimientos que se almacenarían en forma de nuevas proposiciones o casos.

Profundizando y ampliando los comentarios anteriores de Shulman, Petrie (1989) ha introducido el concepto de **juicio**, abarcando tanto pensamiento como acción. El juicio es básicamente un proceso y no una proposición, por lo que no es posible, en principio, traducirlo en reglas proposicionales. Su esencia es la "habilidad para reconciliar en la práctica principios o máximas enfrentados, a la luz de la evolutiva tradición de la práctica, dentro de una comunidad de prácticos" (p.16). El modelo de juicio que tiene presente Petrie es el de los jueces en el sistema legal, y con el pretende destacar el carácter moral, social, y contextual de la educación.

Por otro lado, Shulman (1987a) no está de acuerdo con una división del mundo conceptual en dos campos dicotómicos y no interaccionantes: el de la racionalidad técnica y el de la reflexión en la acción. Para Shulman este tipo de análisis puede ser iluminador y estimulante, pero cree que la distinción total entre lo reflexivo y lo técnico, entre lo analizado y el todo, entre lo apasionado y lo desapasionado, distorsiona la complejidad que es propia de la enseñanza.

También resultan esclarecedores sus comentarios acerca del conocimiento tácito (Shulman, 1987a). Reconoce que su teoría no le da seguramente toda la importancia que tiene. Sin embargo, señala que él cree que el objetivo de la educación de los profesores es conseguir que adquieran suficientes conocimientos y control sobre su enseñanza, de forma que enseñen bien siempre que se les pida. En este sentido, deben de ser capaces, los investigadores y los profesores, de explicar en qué consiste la buena enseñanza. Sólo de este modo podemos estar seguros de que la actuación en el futuro será la correcta. Para Shulman, la enseñanza debe de ser razonada y razonable.

Es cierto que el conocimiento de los maestros puede ser de hecho implícito, sin embargo, "una comunidad de conocedores tácitos tiene serias limitaciones si realmente valora la reflexión y la deliberación acerca de los fines y los medios. La esencia de una comunidad es la capacidad para comunicarse, y una comunidad que no puede comunicar y articular ideas sobre sus objetivos y acciones es un ente seriamente limitado social e intelectualmente" (Shulman, 1987a, p.480).

### **I.2.1.5 Uso práctico del conocimiento de la materia específica Matemáticas.**

Elbaz(1983) analiza el uso y orientación que hace Sarah de su conocimiento. Su orientación hacia la teoría, si se puede decir así cuando se habla de un saber práctico, es más bien débil. Ciertamente, Sarah no ignora la teoría, incluso la sitúa por encima de la práctica, como una especie de guía, pero la considera difícilmente accesible y no utiliza las nociones con carácter teórico mas que en sus formulaciones más prácticas.

No obstante, con el tiempo, Sarah se vuelve más receptiva hacia el contenido teórico y problemático de estas nociones. Su saber está orientado hacia y por su situación en la clase, la escuela y el seminario. También está orientado socialmente por la propia pertenencia social de Sarah, y por su valoración del saber universitario y su utilización para crear un ambiente que corresponda a su concepción no autoritaria de la enseñanza.

Al expresar los modos en que los maestros utilizan su conocimiento práctico, Elbaz encuentra que lo usan para expresar sus propósitos, para dar forma y significado a sus experiencias, y para estructurar las realidades sociales. Feiman-Nemser y Floden (1986) han señalado que esta separación de los usos del conocimiento práctico es útil para su análisis, pero que en la práctica dicho conocimiento funciona como un todo, orientado al maestro y permitiéndole actuar.

Shulman (1987b) ha desarrollado un modelo teórico del ciclo de actividades involucradas en el razonamiento pedagógico y la acción. El punto inicial y final del proceso son actos de comprensión. Dicho modelo se muestra en la tabla I.6.

Leinhardt y sus colaboradores han mostrado como los maestros utilizan su conocimiento en la enseñanza de las Matemáticas. Según Leinhardt (1983b) la conducta en el desarrollo de una lección se basa en un plan operacional que denomina **agenda**. La agenda la construye el profesor a partir de sus conocimientos y de las denominadas **condiciones globales**, que son circunstancias o condicionamientos que influyen en dicho plan.

Un ejemplo de condición global es el tiempo de que se dispone para impartir la lección, y otro ejemplo, éste de carácter más general, son las creencias que el profesor tenga respecto a los métodos generales de enseñanza (Leinhardt, 1983b).

La agenda está constituida por lo que tradicionalmente se conoce como **plan de la lección**, **estructuras de actividad** con rutinas operacionales, y **elementos de decisión** que permiten un continuo reajuste y revisión de la propia agenda.

Las estructuras de actividad son versiones específicas de los esquemas que existen en la base general del conocimiento del profesor. La información que es importante para tomar decisiones

### 1.COMPRENSION

de propósitos, estructura de la materia, ideas dentro y fuera de la disciplina.

### 2.TRANSFORMACION

a)Preparación: interpretación crítica y análisis de textos, estructuración y segmentación, desarrollo de un repertorio curricular, y clarificación de los propósitos.

b)Representación: uso de un repertorio que incluye analogías, metáforas, ejemplos, demostraciones, etc.

c)Selección: elección de entre un repertorio instruccional, que incluye modos de enseñanza, organización, manejo y distribución.

d)Adaptación y ajuste a las características de los estudiantes: consideración de las preconcepciones, concepciones, malconcepciones y dificultades, lenguaje, cultura y motivaciones, clase social, etc.

### 3.INSTRUCCION

Manejo, presentaciones, interacciones, trabajo en equipo, humor, preguntas, y otros aspectos de la enseñanza activa y formas observables de la enseñanza en clase.

### 4.EVALUACION

a)Comprobación de la comprensión del estudiante durante la enseñanza activa.

b) Comprobación al final de la lección o unidad.

c) evaluación del rendimiento propio.

### 5. REFLEXION

Revisión, reconstrucción, rememoración, y análisis crítico del rendimiento propio y de la clase.

### 6. NUEVAS COMPRESIONES

- a) de propósitos, de la materia, de los estudiantes, de la enseñanza, y de uno mismo.
- b) consolidación de los nuevos conocimientos, y aprendizaje de la experiencia.

Tabla I.6. Modelo de razonamiento pedagógico y acción.  
(Shulman, 1987 ).

en ciertas estructuras de actividad puede obtenerse fácilmente durante otras actividades, y los profesores deben captar esta información como parte del desempeño de su labor.

Para un mejor análisis de la lección, ésta se considera formada por segmentos, de forma que a cada segmento le corresponda una estructura de actividad. Así, por ejemplo, en su investigación con un grupo de profesores expertos y noveles, Leinhardt y Greeno (1986) identificaron los siguientes elementos en sus lecciones de Matemáticas:

- Presentación: explicación ininterrumpida de material nuevo o aprendido muy recientemente. mientras los estudiantes escuchan. Si tiene lugar mediante preguntas o con la ayuda de uno o más estudiantes se denomina presentación compartida.

- Práctica guiada: los estudiantes trabajan en sus mesas o en la pizarra, sobre problemas propuestos, con la ayuda del maestro, que interacciona continuamente con ellos en la resolución. Si se realiza en las mesas, con el profesor moviéndose por el aula supervisando el trabajo al modo clásico se denomina práctica controlada.

- Deberes.: recopilación y corrección de los deberes hechos en casa o en el aula.

- Ejercicios: repetición de hechos por los estudiantes en forma

oral, escrita, o en la pizarra. Cuando se organiza en forma de competición entre grupos o individuos se convierte en un ejercicio de juego.

- Tutorías: presentación a un grupo pequeños de estudiantes, mientras los demás siguen trabajando.

- Examen.

- Transición: cambio de una actividad a otra.

Bromme (1987) ha señalado que en el desarrollo de la lección existen "picos", en los que se concentra la atención del profesor, y que son particularmente importantes para el progreso del aprendizaje de los alumnos. Las lecciones no se experimentan como un flujo estacionario de instrucción, sino como una sucesión de episodios de distinta importancia para los participantes. Sus investigaciones mostraron que los sucesos de la clase asociados con el aprendizaje de sus alumnos que los maestros recordaban mejor, correspondían a fases de la lección en las que se introducían nuevos conocimientos, o en las que se preparaba esta introducción. Por el contrario, los maestros no citaban observaciones sobre el trabajo en equipo o la discusión de los deberes.

Las estructuras de actividad pueden representarse utilizando las redes de planificación que ya citamos al hablar del

conocimiento de los profesores. La diferencia es que ahora los objetivos y las acciones se refieren a todos los aspectos de la agenda de la actividad considerada, y no sólo al conocimiento de la materia específica que tiene el profesor.

En la figura I.7 se reproduce la primera parte de un segmento de actividad de presentación diseñado para la enseñanza de un algoritmo (Leinhardt y Greeno, 1986). Las otras tres partes serían, correlativamente, la presentación propiamente dicha, su aprendizaje, y la comprensión de los procedimientos. El objetivo del profesor aquí es establecer que la terminología a utilizar es conocida por los alumnos. Este objetivo está representado por el exágono en la parte superior de la figura y se consigue estableciendo o revisando las definiciones correspondientes.

A fin de conseguir lo anterior, el profesor puede proceder de dos formas distintas: establecer él mismo la definición, o que los estudiantes sean quienes la establezcan. En el primer caso el profesor controla el desarrollo de la clase, y no hay ninguna decisión adicional involucrada.

Si se sigue la opción de que sean los estudiantes quienes establezcan la definición, se tiene la ventaja de que se les involucra activamente en el proceso que, a cambio, se vuelve más complejo. En primer lugar, hay que conseguir que los estudiantes pasen de la actitud de escuchar a la actitud de responder, lo cual implica una acción del profesor. Dicha acción dependerá de si el

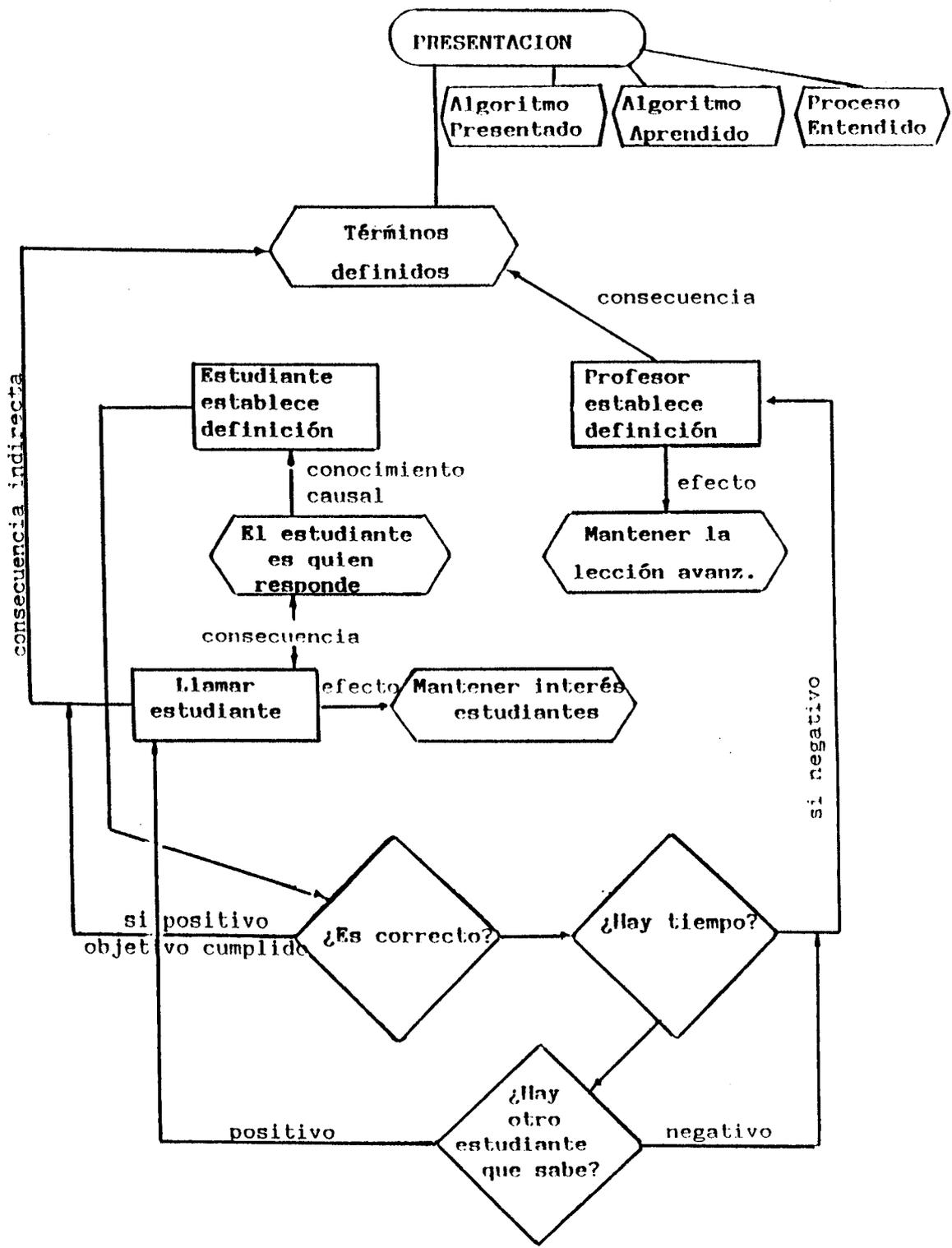


Figura I.7. Primera parte de un segmento de actividad de presentación para la enseñanza de un algoritmo (Leinhardt y Greeno, 1986).

profesor busca una respuesta individual, en cuyo caso llamará a un estudiante por su nombre, o una respuesta colectiva, para lo cual esperará un tiempo prudencial.

Una vez que se obtiene la respuesta de un estudiante, hay que valorarla. Si la respuesta es correcta se ha conseguido el objetivo, mientras que si no lo es hay que decidir, en función del tiempo disponible si se procede a preguntar a otro estudiante o si el profesor establece ya directamente la definición.

Notemos que la presencia de decisiones alternativas, representadas por rombos, es característica de las redes de planificación aplicadas a las estructuras de actividad, mientras que no aparecen en los diagramas de planificación del conocimiento específico.

El modelo desarrollado por Leinhardt y sus colaboradores ha sido considerado por Kagan (1988) un modelo jerárquico de resolución de problemas clínicos, y lo ha contrastado con los modelos iniciales de diagnóstico y tratamiento. Para el autor, el desplazamiento que se ha producido en la investigación educativa, desde modelos de segundo tipo a modelos del primero, representa un alejamiento de la enseñanza respecto de la ciencia, y un acercamiento al arte.

Lampert (1984; 1986a) ha mostrado con claridad el uso que los profesores hacen de su conocimiento para resolver **dilemas** (Ben

Peretz y Kremer Hayon, 1988). Para ella, la tarea de enseñar "requiere inventar estrategias personales para trabajar con contradicciones universales que no pueden ser resueltas completamente" (Lampert, 1984, p.14). A veces estas contradicciones provienen de la incongruencia entre los valores subjetivos y personales de los sujetos y las necesidades que presenta la realidad (Halkes y Deykers, 1984), lo que puede llevar a la aparición de verdaderos "nudos cognitivos" (Wagner, 1984,1987).

Aún cuando las teorías cognitivas acerca del pensamiento de los profesores admiten generalmente que la enseñanza implica realizar elecciones dicotómicas, y también los investigadores puedan forzar a los maestros a analizar su trabajo en relación con un conjunto de tales elecciones, Lampert (1984, 1986a) defiende que la elección entre alternativas exclusivas puede no ser la única posibilidad de los maestros al enfrentarse con un dilema. Más aún, su práctica personal muestra que no parecen tener que hacer tales elecciones en la realidad.

Los investigadores conciben su trabajo como la búsqueda activa de soluciones que puedan aplicarse a los problemas en la práctica. Sin embargo, los relatos espontáneos de los maestros y la observación nos muestran, no cómo las resuelven, sino cómo los manejan.

Analizando varios estudios de caso de manejos de dilemas que

se presentan en la clase, es decir, como se enfrentan los profesores con problemas que son en sentido estricto insolubles, ya que cualquier solución lleva en la práctica a contradicciones, Lampert (1986a) ha identificado tres tipos de estrategias que denomina: **negociación, reorganización social y reorganización estructural.**

Las características comunes de las tres estrategias es que son **exploratorias** (se toman acciones que pueden producir nueva información útil, tanto acerca de lo ya realizado como de lo que se va a realizar a continuación) e **incrementales** (no se realizan reformas de la clase a gran escala con el fin de cumplir los objetivos de una vez por todas, sino que se hace mediante pequeños pasos, que no alejen demasiado de ninguno de los objetivos perseguidos).

En esencia, estas estrategias sirven para reenmarcar los objetivos más que para cumplirlos en su forma y esquema inicial. En algunos casos, las estrategias utilizadas tienen su base en un profundo conocimiento de contenido pedagógico de las Matemáticas. Estos estudios de casos de resolución de dilemas pueden ser importantes para caracterizar el desarrollo personal de los maestros (Goldsberry, 1986).

Dentro del programa desarrollado por Shulman en la universidad de Stanford, Steinberg et al. (1985) investigaron el conocimiento que tenían de las Matemáticas cuatro profesores

noveles de secundaria. A partir de los datos obtenidos de la observación de sus clases y entrevistas alcanzaron una serie de resultados, entre los que queremos destacar aquí:

- existía una relación aparente entre la educación formal que tenían los profesores, su conocimiento real del área específica de las Matemáticas que enseñaban, su conocimiento acerca de una imagen global de las Matemáticas, y las aproximaciones que utilizaban en la enseñanza.

- los profesores con mayores conocimientos matemáticos eran más conceptuales en su enseñanza, mientras que aquellos con menor nivel de conocimiento se basaban más en las reglas. Los primeros explicaban el *por qué* de las cosas, relacionaban unos conceptos con otros, mostraban a los alumnos cómo los conceptos encajaban en la imagen global del Algebra, las Matemáticas, y la vida diaria. Además, hacían participar a los estudiantes en la resolución activa de problemas, y utilizaban formas, símbolos y lenguaje más abstractos y formales que los de menor nivel matemático.

En un interesante artículo, Ball (1989a) ha ilustrado claramente lo que ella denomina *relación no lineal* entre el conocimiento de las Matemáticas y su enseñanza, y que sirve como ejemplo de la utilización del conocimiento por los profesores.

Para ello, estudió tres casos de enseñanza de la multiplicación de números de varias cifras. Se trataba de tres

maestros que enseñaron un mismo tema, a estudiantes de la misma edad, y se les compara en puntos similares de su trabajo.

Debido a lo que estos tres maestros conocen de Matemáticas, lo que creen acerca de la enseñanza y el aprendizaje de las Matemáticas, acerca de los niños, y acerca del contexto de la enseñanza en el aula, su aproximación a la enseñanza de la multiplicación difiere significativamente. Los nombres de los tres maestros son Bridget, Belinda y Magdalene. Mas concretamente, el último de ellos es Magdalene Lampert, cuyos trabajos de investigación citamos repetidamente en esta memoria. Las lecciones a que se refiere Ball en su artículo son descritas con gran detalle en Lampert (1986b).

¿Qué resultados principales obtuvo Ball de las entrevistas y estudio de las clases de los tres maestros?. Bridget y Belinda utilizaban únicamente la forma simbólica para presentar la multiplicación a sus estudiantes, sin conexión con objetos concretos o del mundo real. Tampoco utilizaban representaciones. Además, proporcionaban un lenguaje abreviado para resumir el procedimiento, de forma que los estudiantes pudieran recordar los pasos y su orden.

Por el contrario, Magdalene representa la multiplicación utilizando dibujos, y va incorporando las ideas de los estudiantes en el proceso de construir y utilizar las herramientas representacionales en las Matemáticas.

Tanto en las clases de Bridget como de Belinda, aprender la multiplicación significa aprender a calcular; las Matemáticas aparecen como un sinónimo de cálculo. No se consideran los conceptos y principios en que se basa el procedimiento. Saber Matemáticas significa recordar definiciones, reglas y fórmulas, y hacer Matemáticas se presenta como un proceso directo, paso a paso. La autoridad reside en el maestro, que da las explicaciones y evalúa las respuestas de los estudiantes.

Magdalene sin embargo, resalta en sus clases la comprensión. Ayuda a los estudiantes a adquirir conocimientos acerca de los conceptos y los procedimientos, las relaciones entre ambos y las razones por las que funcionan. Para ella, aprender la multiplicación es más importante por lo que los estudiantes pueden aprender acerca de los números, la numeración y las operaciones con números, que como un fin en sí mismo.

Además, resalta explícitamente la naturaleza y epistemología de las Matemáticas. Tan crucial como entender los conceptos y procedimientos es entender lo que quiere decir hacer Matemáticas, ser capaz de validar las respuestas propias, tener la oportunidad de participar en discusiones matemáticas, y valorar las Matemáticas más allá de su utilidad en el entorno familiar diario.

Ella considera que las dimensiones sustantivas y epistemológica del conocimiento matemático van unidas de la mano.

La autoridad no reside en el maestro como juez, ni en el libro de texto como una referencia de juicio, sino en el conjunto del maestro y los estudiantes, como investigadores que tienen el poder de decidir si una respuesta o procedimiento es razonable.

No sólo el conocimiento de las Matemáticas se manifiesta en las clases, sino que lo que hacen los maestros es una función de las interacciones entre los distintos conocimientos, hipótesis y creencias (Borasi y Brown, 1989). Así, por ejemplo, Belinda está muy influenciada por la opinión que tiene de sus estudiantes. Como los cree flojos, asume un marcado papel de dirección durante las fases prácticas de las clases. Proporciona a los alumnos "trucos" y reglas nemotécnicas, y les hace repetir reiteradamente los procedimientos. Además, cree que se distraen fácilmente y por ello planea actividades que controlen que realmente trabajen.

Las clases de Bridget son muy tranquilas; admite que sus alumnos atienden y trabajan, y se preocupa menos que Belinda por mantenerlos en contacto con el contenido.

Las hipótesis de Magdalene son muy distintas de las de Belinda y Bridget. Ella cree que los estudiantes deben participar activamente en construir sus propias comprensiones y significados, tanto individualmente como en grupos. La práctica tiene, consecuentemente, un sentido completamente distinto de los otros dos casos. Ella cree que su papel en el contexto de la clase es guiar la dirección, equilibrio y ritmo del discurso de la clase,

decidiendo qué puntos debe continuar el grupo, qué cuestiones debe abandonar y cuales dejar de lado por un cierto tiempo. Estas decisiones las toma basándose en su conocimiento de las Matemáticas.

Mientras que para Belinda y Bridget el aprendizaje de las Matemáticas es algo individual, para Magdalene el grupo de la clase es crítico, ya que representa la comunidad matemática dentro de la cual los estudiantes deben establecer sus afirmaciones.

Para Ball, las ideas acerca de los alumnos parecen jugar un papel dominante en la enseñanza de las Matemáticas de Belinda. Su conocimiento de las Matemáticas, su visión de su papel, y sus hipótesis acerca del aprendizaje parecen estar moldeadas por este punto de partida. Por el contrario, en el caso de Magdalene parece ser la materia específica la raíz de su aproximación a la enseñanza; la pedagogía es una consecuencia.

Lo anterior indica que el papel del conocimiento de la materia específica en la enseñanza de las Matemáticas puede ser muy diferente para distintos profesores. Además, el conocimiento de las Matemáticas es necesario pero no suficiente. Una buena enseñanza exige que los maestros conozcan otras muchas cosas, por ejemplo acerca de la enseñanza, acerca de sus estudiantes, y acerca de los contextos políticos, sociales y culturales dentro de los que trabajan. Ya hemos discutido estos aspectos en los apartados anteriores.

Otro ejemplo del uso del conocimiento matemático en la enseñanza es descrito por Ball (1989c). En este caso, relata una de sus propias clases que se centraba en las fracciones como cantidades, y en las fracciones equivalentes como representaciones alternativas de la misma cantidad.

Utilizando adecuadamente su conocimiento, Ball consigue que sus estudiantes utilicen ideas y herramientas matemáticas en su trabajo, en contextos que tienen sentido para ellos. De este modo, les proporciona la oportunidad para aprender Matemáticas y también para aprender a hacer Matemáticas. Su clase, como la de Magdelene en el estudio anteriormente citado, se caracteriza por que son los estudiantes la fuente del conocimiento y los que lo validan.

Algunas investigaciones se han centrado en el uso del conocimiento de contenido pedagógico. Dada la significativa correlación positiva encontrada por Carpenter et al. (1988a) entre el conocimiento de los profesores de la capacidad de sus estudiantes para resolver problemas y los logros obtenidos por éstos en dicha resolución, Peterson et al. (1988) centraron su atención en determinar como los profesores utilizaban ese conocimiento.

Para responder a la cuestión anterior, buscaron correlaciones entre el conocimiento y creencias de los profesores y las observaciones de su enseñanza de la adición y sustracción.

Encontraron que un mayor conocimiento de las habilidades de los estudiantes para resolver problemas estaba correlacionado con las siguientes conductas de los profesores: preguntar durante los procesos, atender a los procesos, centrarse en las respuestas, y escuchar las respuestas.

Los resultados proporcionaron también algunas indicaciones acerca de como los profesores podían haber adquirido su conocimiento de las habilidades de los estudiantes: haciéndoles verbalizar tanto sus estrategias para resolver problemas como sus respuestas. Estas conclusiones fueron confirmadas mediante comparación de profesores más y menos expertos.

En resumen, el trabajo de Peterson et al. (1988) muestra que "el conocimiento de contenido pedagógico de los maestros y las creencias acerca del conocimiento de los estudiantes influyen la práctica del maestro en el aula que, a su vez, influyen el aprendizaje y logro de sus estudiantes" (Peterson et al., p.33). Notemos que para estos autores conocimiento y creencias están diferenciados, mientras que en el esquema que estamos desarrollando en esta memoria, los consideramos conjuntamente.

Con esto damos por terminada la revisión bibliográfica en lo que se refiere al conocimiento de los profesores y las Matemáticas. En los apartados siguientes nos ocuparemos del complejo proceso de llegar a ser un profesor, centrándonos en la adquisición y evolución de las componentes del conocimiento que

hemos desarrollado. Evidentemente los dos temas anteriores están íntimamente relacionados.

## I.2.2 La materia específica Matemáticas en la socialización de los profesores.

### I.2.2.1 Distintos paradigmas en la investigación de la socialización.

Recientemente Zeichner y Gore (1989) han distinguido tres enfoques en la investigación sobre la socialización de los profesores: **funcionalista, interpretativo y crítico**, ampliando así una propuesta anterior (Zeichner, 1985; Gimeno y Pérez, 1987; Martínez Bonafé, 1988). Cada uno de estos enfoques está caracterizado por una orientación teórica que condiciona las preguntas que se plantean, el modo en que se realiza la investigación, y la interpretación que se hace de los datos. Podemos entonces hablar de paradigmas en el sentido de Shulman (Zeichner y Gore, 1989).

a) La aproximación funcionalista considera a la sociedad ontológicamente anterior al hombre, al que se trata de situar dentro del contexto social. Se basa en la posibilidad de llevar a cabo una investigación objetiva capaz de proporcionar un verdadero conocimiento explicativo y predictivo de una realidad externa.

Según Zeichner y Gore (1989), las investigaciones acerca de la socialización del profesor dentro de este paradigma se

caracterizan por ser *realistas* (intentan explicar el status quo), *positivistas* (por sus métodos y por su intención predictiva), *deterministas* (las escuelas determinan las orientaciones de los maestros, que se ven como sujetos pasivos), y *nomotéticas* (hacen afirmaciones en forma de leyes). El paradigma funcionalista resalta la reproducción del orden existente y admite que la socialización produce continuidad.

b) El paradigma interpretativo parte de una visión distinta del mundo social, y trata de entenderlo al nivel de experiencias subjetivas. En lugar de buscar explicaciones adoptando el punto de vista de un observador externo, lo hace en el campo de la conciencia y las subjetividades individuales. Los estudios dentro de este paradigma están caracterizados por ser *nominalistas* (el mundo social se ve en gran medida a través de los participantes), *antipositivistas* (rechazan que los temas humanos pueden estudiarse de modo análogo a las ciencias naturales), *voluntaristas* (los individuos se consideran capaces de acciones autónomas), e *ideográficos* (resaltan el valor de los relatos subjetivos).

En particular, el conocido estudio de Lacey (1977) acerca de la socialización de los profesores es encuadrado por Zeichner y Gore (1989) dentro de este paradigma interpretativo.

Lacey considera la socialización como "el desarrollo de un conjunto de conductas y perspectivas por un individuo al confrontarse con situaciones sociales" (1977, p.30). No se

trata de un ajuste pasivo, sino que el profesor, aunque presionado en una cierta dirección, tiene cierta capacidad de maniobra para resistir e incluso intentar cambiar la situación.

Este autor introdujo el concepto de **estrategia social** para referirse a un sistema de ideas y acciones que un individuo desarrolla intencionadamente en el contexto de una situación específica. El tipo de estrategia que desarrolla cada individuo depende de cómo interprete su situación y de su capacidad para llevarla a cabo. Lacey distinguió tres tipos de estrategias:

- **ajuste interno**, en que el individuo acepta con gusto las condiciones y restricciones que le son impuestas, estando además convencido de que son buenas. Acepta ser la clase de persona que la situación exige, mostrando conformidad en la conducta y compromiso de valor.

- **sumisión estratégica**, en que se acepta la definición de la situación que hace la autoridad, y también las condiciones, pero se mantienen reservas privadas hacia ellas. No se actúa de forma consistente con las creencias.

- **redefinición estratégica** de la situación, que corresponde al caso en que el individuo trata de producir cambios, aún sin tener poder formal para ello. Intenta aumentar el rango de conductas aceptables, introduciendo nuevos elementos en el conjunto social.

Zeichner y Tabachnick (1985) han elaborado más el modelo anterior, ampliando el concepto de redefinición estratégica, de forma que incluya tanto los intentos que tienen éxito como los que no lo tienen, añadiendo además una dimensión temporal al modelo para permitir estudios longitudinales de desarrollo de los profesores.

Otra propuesta distinta en este mismo contexto ha sido realizada por Goodman (1985), quien enunció cuatro tipos de reacciones de los profesores y profesores en formación a las normas institucionales: **aceptación pasiva**, **aceptación activa**, **resistencia latente**, y **resistencia abierta**. Las denominaciones son suficientemente claras, y creemos que no necesitan aclaración.

El estudio de Lacey trataba de solucionar algunas de las deficiencias observadas en las teorías funcionalistas, incluyendo la posibilidad de una acción autónoma, e incluso el que las elecciones y estrategias de los individuos sean origen de un cambio social.

A pesar de las diferencias señaladas, las aproximaciones funcionalista e interpretativa tienen también características comunes importantes. Ambas presentan el mundo social como algo coherente y único, y ninguna de ellas cuestiona la situación existente, sino que adoptan una perspectiva neutra (Zeichner y Gore, 1989). El paradigma funcionalista trata fundamentalmente de *explicar*, mientras que el interpretativo tiene por objetivo

*entender.*

c) En las aproximaciones críticas se considera a los colegios y escuelas como lugares donde se pretende la reproducción social, y que están relacionados con la sociedad en sentido amplio. Se considera necesario reconocer las desigualdades de sexo, clase y raza con relación al control y al poder. Además, son también lugar de resistencia, protesta y negociación de los individuos y, en este sentido, centros de producción de cultura.

Un aspecto central del paradigma crítico es el reconocimiento de la capacidad de criticar lo que se presenta como cotidiano y establecido en la vida real. Los individuos deben sentirse comprometidos en la transformación social, aumentando la justicia, la igualdad, la libertad y la dignidad humanas.

Zeichner y Gore (1989) señalan la existencia de pocos estudios empíricos dentro de este paradigma, estudios que vendrían caracterizados por su *totalidad, compromiso, alineación y crítica.*

Como ejemplo de investigación orientada críticamente, podemos citar el trabajo de Ginsburg y Newman (1985), quienes utilizaron datos de observación y entrevistas de un grupo de estudiantes para maestros a fin de analizar sus puntos de vista acerca de las desigualdades económicas y políticas, así como el papel que ellos creían que correspondía a las escuela con respecto a tales desigualdades.

Para los autores este es un tema importante, ya que las concepciones de los futuros profesores podrán ser transmitidas a sus estudiantes a través de conversaciones informales, y también influenciarán el modo en que realizarán su papel.

En el mismo artículo también analizan cómo interaccionan los puntos de vista de los futuros maestros acerca de estos temas con los distintos mensajes que encierra el programa de formación de maestros, tanto en el curriculum formal como en el oculto.

### **I.2.2.2 Influencias en la socialización de los maestros anteriores a los estudios de Magisterio.**

Existe un consenso bastante general entre los investigadores de que las experiencias anteriores a los estudios de Magisterio juegan un papel fundamental en el proceso de formación del maestro, ejerciendo en muchos casos una influencia socializante mucho más poderosa que los estudios de Magisterio, e incluso que las experiencias posteriores (Griffin, 1985). Zeichner (1988a) afirma que una de las dificultades con que se encuentra la mejora de la enseñanza a través de una renovación de los programas de formación del profesorado es que la aportación de estos programas al aprendizaje del maestro es muy pequeña comparada con el proceso previo de socialización.

Los estudiantes para profesores tienen muchas creencias generales sobre la enseñanza y el aprendizaje, creencias que son a menudo inconsistentes, y que persisten a través de su periodo de formación. "Los profesores que enseñan igual que se les enseñó a ellos, cuyas creencias acerca de la enseñanza no cambian a través del programa de formación, ponen en duda de un modo natural el valor de dicho programa" (Lasley, 1980, p.40).

Además, "antes de que asistan a su primer curso de formación, los futuros profesores han pasado más de doce años observando a los profesores en su trabajo... Lo que aportan los futuros

profesores a la formación, basado en sus experiencias escolares previas, demuestra no pocas influencias de su raza, posición de clase social y sexo" (Zeichner, 1988b, p.46).

Un ejemplo de estas influencias aparece en Lampert (1985). En este artículo, la autora relata uno de los problemas con que ella, como profesora de Matemáticas, se ha enfrentado en su clase, e indica como su historia personal y sus preocupaciones influyen en sus decisiones. Ante una situación de clase en la que debe distribuir a sus alumnos, duda sobre la conveniencia de colocar a las niñas, que constituyen el grupo menos revoltoso, en la posición más alejada del aula, recordando los penosos momentos por los que ella pasó como alumna, con su mano levantada, sin que le hicieran caso, en una clase formada predominantemente por varones.

Resalta el hecho de que esta experiencia de tener que competir con los varones más brillantes de la clase para obtener la atención no le resultó totalmente negativa, y que una gran parte de la satisfacción que le produce su trabajo como profesora de Matemáticas proviene del hecho de que hay pocas mujeres que tengan éxito en ese área.

Todas estas experiencias personales le llevan a creer que a las niñas debe de animárseles especialmente a estudiar Matemáticas, añadiendo: "Yo no quiero ser una persona que discrimine a las niñas, como hacía mi profesor de Trigonometría. Tampoco quiero ser alguien que les de una atención especial por

ser mujeres" (Lampert, 1985, p.184).

Esta actitud la enfrentó con la necesidad de integrar aspectos contradictorios en su enseñanza (dilemas). Indiquemos de pasada que la forma que tuvo Lampert de tratar esta situación estuvo inicialmente asociada con el carácter específico de la asignatura, Matemáticas, que enseñaba y, más concretamente, con el tipo de actividades que realizaba en clase.

Feiman-Nemser (1983) ha agrupado las explicaciones propuestas en la bibliografía acerca de la importancia de las experiencias previas en tres teorías, que se han vuelto clásicas en los estudios de socialización: la teoría evolucionista, la psicoanalítica, y la de aprendizaje por observación (Zeichner et al., 1987).

Según la teoría evolucionista el efecto dominante en la socialización anterior a los estudios de Magisterio viene dado por tendencias pedagógicas espontáneas, tanto comunicativas como manipulativas. Dichas tendencias se han ido formando a lo largo de los siglos y están latentes en las aulas y en las familias. En cierto modo, los individuos aprenden en su niñez a ser maestros.

La teoría psicoanalítica considera fundamentales las relaciones que los futuros maestros tuvieron en su niñez con ciertos adultos importantes y, en particular, con los padres y maestros. Estas relaciones son los prototipos que utilizan,

consciente o inconscientemente, en las relaciones posteriores a lo largo de su vida, y en la enseñanza.

Finalmente, desde el punto de vista del aprendizaje por observación, se ve la socialización del futuro maestro muy influenciada por la enorme cantidad de tiempo que permaneció como alumno durante su niñez en contacto con profesores. Esto origina una cultura latente que puede activarse en sus estudios de Magisterio, o más tarde cuando ejerza en una escuela.

Zeichner y Gore (1989) han señalado que estas experiencias pueden proporcionarle modelos de roles tanto positivos como negativos, en particular, en algunos casos los maestros tratan de crear en su enseñanza aquellas condiciones que estuvieron ausentes en su propia educación, como en el ejemplo de Lampert anteriormente citado.

Una extensa y meticulosa revisión crítica de las investigaciones en este contexto ha sido realizada por los autores anteriormente citados (Zeicher y Gore, 1989). Entre otras experiencias y causas adicionales que pueden influir en la socialización anterior a los estudios de Magisterio, señalan las experiencias de tipo docente que hayan tenido los futuros maestros (monitores de campamentos, clases particulares, e incluso cuidado de niños), las experiencias culturales, religiosas, familiares y personales de los individuos, el conocimiento de las materias específicas y de su enseñanza (a este punto nos referiremos a

continuación), las expectativas con respecto a la profesión y la clase de compromiso de los individuos.

Los mismos autores señalan que la mayor parte de las investigaciones existentes se han centrado en las disposiciones, destrezas, concepciones y características individuales, ignorando los aspectos colectivos de la socialización en la enseñanza. En otras palabras, adoptan un punto de vista funcionalista o interpretativo. Por el contrario, son escasos los trabajos dentro del paradigma crítico de la socialización en que, por ejemplo, se tenga en cuenta que características tales como la raza, la clase social, y el sexo están relacionados con oportunidades distintas en la vida y, consecuentemente, con resultados educacionales distintos para los individuos.

Un aspecto que parece no haber sido muy estudiado es la diferencia entre los alumnos que entran en un programa de formación del profesorado y los que siguen otras carreras universitarias. Wodlinger (1985) comparó las perspectivas y creencias de un grupo de futuros profesores con las de otros dos grupos que comenzaban sus estudios de Ciencias y de Arte. Sus principales conclusiones fueron que todos los alumnos accedían con unas perspectivas bastante liberales, y que no existían diferencias acusadas entre las perspectivas de los distintos grupos.

Para comparar la influencia de las experiencias anteriores

con las de la propia Escuela de Magisterio, Hogben (1979) investigó, utilizando un instrumento de diferenciación semántica, las actitudes de un grupo de maestros en su primer año de enseñanza, y de dos grupos de estudiantes para maestros en su primer año de Universidad en Australia.

Su conclusión fue que las actitudes de los maestros estaban basadas en sus experiencias como alumnos, cuando estuvieron en la escuela. El impacto de la Universidad era evidente, pero no duraba más que las primeras semanas de enseñanza de los futuros maestros. "La Universidad parece favorecer la reflexión y cierto cambio de actitudes que, sin embargo, no sobreviven al poderoso impacto de la vuelta de los estudiantes a la escuela, aunque ahora vuelvan como maestros" (p.219).

Crow (1987) ha llevado a cabo otra interesante investigación que pone de manifiesto la tremenda influencia de la socialización antes de las estudios de Magisterio. Estableció de modo claro que los cuatro sujetos objeto de su investigación acudían al programa de formación de profesores con una imagen bien establecida del papel del maestro ("teacher role identity" o TRI). En particular, tenían una profunda visión del maestro ideal y, además se veían a ellos mismos coincidentes con sus ideales, es decir, éstos eran iguales a sus TRIs. No estaban satisfechos de la situación general de las escuelas, pero se sentían con fuerzas para cambiar la situación de las aulas. Hay que señalar que los TRIs de los participantes eran bastante distintos.

¿Cuáles eran las fuentes de estos ideales?. El recuerdo de maestros previos suyos (tres casos), experiencias docentes previas (un caso), cursos previos de educación general (influencia positiva en dos casos y negativa en otros dos), y sus propias experiencias como niños (dos casos).

Durante las dos primeras partes del programa, antes de las prácticas propiamente dichas, la naturaleza dialéctica del proceso de socialización y la influencia de su socialización anterior fueron evidentes. Los informantes, usando sus TRIs jugaban un papel interpretativo. La valoración que cada uno hacía del programa dependía de lo congruente que fuera con su TRI propio. Además, los TRIs actuaban como filtros, a través de los cuales los temas y las ideas eran aceptados o rechazados. Su actuación estaba siempre influenciada por su visión del papel del maestro.

El efecto de estas dos primeras fases del programa fue reforzar a los informantes en su seguridad de que sus modelos eran los adecuados. Ello les llevó a responder en forma de resistencia a muchas de las normas que se les comunicaban en el programa. De este modo, dos de los participantes alcanzaron tal nivel de conflicto entre sus TRIs y la profesión tal y como se les presentaba en el programa que abandonaron. No pudieron resistir el proceso de socialización, pero no modificaron su visión del papel del profesor. Mas adelante nos referiremos a lo que le ocurrió a los otros dos informantes durante las prácticas propiamente

dichas.

En otro trabajo, Crow y Kauchak (1988) han examinado, mediante un estudio de dos casos, la relación entre la biografía previa y el efecto de un programa de formación de profesores. Las dos participantes presentaban características similares en lo que se refiere a la importancia que daban a la materia específica, edad, niveles académicos, y resultados en la escuela. Sin embargo, mientras que una de ellas había seguido todos sus estudios en Estados Unidos, la otra había estudiado hasta los 16 años en un país de la Europa del Este, del que era oriunda. Las diferencias entre los sistemas educativos, y las escuelas y colegios a que habían asistido cada una de ellas era, pues, notable.

En consecuencia, las dos estudiantes para maestras comenzaron el programa con distintas creencias sobre la enseñanza. Ello les llevó a valorar el programa de manera diferente y, también, a terminarlo con ideas distintas. Ambas habían interpretado e incorporado a sus estructuras cognitivas, las ideas del programa en formas diferentes.

En particular, la estudiante americana había llegado al programa con un punto de vista bien establecido acerca de la enseñanza. y tenía gran confianza en sus capacidades y habilidades como profesora. Presentó una clara resistencia a los conceptos y creencias que se le ofrecieron durante el programa, y lo concluyó con las mismas ideas que lo comenzó, pero reforzadas.

Por el contrario, la estudiante de origen europeo fue receptiva a los conceptos y valores que ofrecía el programa, al que había acudido con una mentalidad más abierta, sin supervalorar sus capacidades y conocimientos. Ello se debía en parte a su formación escolar, y a su conocimiento parcial de las escuelas y colegios americanos.

Mediante un cuestionario pasado a 473 estudiantes que comenzaban sus estudios de Educación en Estados Unidos, Book et al. (1983), estudiaron sus experiencias pre-universitarias, sus aspiraciones profesionales y expectativas en relación a su preparación profesional. Si bien casi todos los estudiantes sabían que querían ir a la Universidad cuando terminaron sus estudios de secundaria (high school), menos del 40% planeaban ir a la Universidad para ser profesores.

La encuesta reveló muchos de los estereotipos tradicionales de quienes entran en la profesión de la enseñanza. Las mujeres se dirigían preferentemente a la enseñanza primaria y los hombres a la secundaria. Además, casi el 80% de los futuros profesores habían tenido alguna experiencia anterior con niños. En cuanto a sus aspiraciones profesionales, a la mayoría les gustaría enseñar en el ambiente en ellos habían aprendido.

Quizás el resultado más interesante para nosotros ahora es que los futuros profesores consideran la práctica como la más

valiosa fuente de su conocimiento profesional, muy por encima de la preparación en un campo específico, o de los cursos de métodos instruccionales. Creen que saben cómo "ser" profesores, y sólo necesitan prácticas de enseñanza para desarrollar sus habilidades. En conjunto, expresaron un relativamente alto nivel de confianza en su total habilidad para enseñar inmediatamente.

Antes de revisar algunas de las investigaciones relacionadas específicamente con las Matemáticas, queremos indicar que existen algunos investigadores para los que las influencias anteriores a los estudios de Magisterio no son tan importantes. Jordell (1987) sugiere que "las experiencias pasadas, como alumno y como estudiante para profesor, serán de cierta importancia en los primeros días de la carrera de un profesor, pero crecientemente las experiencias actuales (en la clase y en la escuela) serán los factores principales en el desarrollo del comportamiento del profesor" (p.176).

Refiriéndose a los estudiantes para profesores de Matemáticas al comenzar sus estudios, Balacheff (1984) escribe: "A través de sus cursos, los estudiantes han desarrollado concepciones de la enseñanza y el aprendizaje que constituyen en sí mismas obstáculos para su formación. Por decirlo así, los consideran como una mera aplicación de habilidades pedagógicas, algo como un arte, a las Matemáticas. Aquí Matemáticas quiere decir lo que han aprendido en la Universidad" (p. 187).

Cifrándonos al conocimiento de la materia específica, Ball y McDiarmid (1989) han resaltado que los futuros maestros han estado estudiando Matemáticas desde mucho antes de entrar en la Universidad. Además, el contenido que han estudiado en primaria y secundaria está frecuentemente más próximo a lo que enseñarán en la práctica que lo que aprenden en sus estudios universitarios.

Para ellos, la importancia de la propia educación del maestro antes de la Universidad es clara en el caso de las Matemáticas. Su comprensión acerca de temas como exponenciación, división, fracciones, etc., es el resultado de su propia experiencia en primaria y secundaria, experiencia que, seguramente, se ha centrado en una aproximación algorítmica a las Matemáticas, y es poco probable que haya contribuido a un conocimiento conceptual de las mismas.

En una serie de estudios recientes (Tirosh et al., 1986; Greer y Mangan, 1986; Tirosh y Graeber, 1989; Graeber et al., 1989), se han explorado los conocimientos y creencias de un grupo de futuros maestros de primaria respecto de la multiplicación y la división, así como de los problemas de palabras asociados con estas operaciones.

Uno de los objetivos era determinar si los futuros maestros presentaban los mismos tipos de errores que habían sido detectados previamente en los niños (Hart, 1981; Ekenstan et al. 1983; Bell et al. 1984; Fischbein et al, 1985).

Los resultados mostraron claramente que una parte importante de los estudiantes para maestros que participaron en el estudio poseían concepciones erróneas acerca de la multiplicación y la división. Además, los maestros en formación estaban influenciados por los mismos modelos primitivos de ambas operaciones que influenciaban a los alumnos. Más aún, los errores cometidos por los futuros maestros eran bastante similares a los que se habían encontrado en los niños.

Para determinar la clase de conocimiento de las Matemáticas que poseen los futuros maestros cuando llegan a los programas de formación de profesorado en Estados Unidos, Ball (1988a) entrevistó a un conjunto de futuros profesores de primaria y secundaria al comienzo de sus estudios. En las entrevistas se les presentaban cuestiones relativas a situaciones problemáticas y se les pedía que analizaran el escenario presentado.

El análisis de las entrevistas puso de manifiesto que muchos de los futuros profesores tenían dificultades para profundizar en lo que se suelen considerar Matemáticas elementales (valor de posición, división, ecuaciones sencillas, etc.). Aunque casi todos podían realizar los procedimientos, parecía faltarles comprensión lógica del contenido; si podían recordar algo, a menudo no eran capaces de explicar o justificar su fundamento. Pocos parecían haber desarrollado un sentido apropiado de lo que supone "hacer Matemáticas". Los resultados muestran que el contenido matemático

elemental, tomado seriamente, es cualquier cosa menos sencillo.

Además, y como ya hemos indicado anteriormente, los estudiantes también adquieren en primaria y secundaria ideas acerca del significado de conocer y saber. Si las Matemáticas consisten en memorizar reglas y fórmulas para aplicarlas de un modo inmediato en contextos bien definidos, los estudiantes, aparte de no sentirse motivados (Klosterman y Stage, 1989), no es probable que consideren el conocimiento como algo incierto, construido, y a sí mismos como participantes en la construcción.

Sin embargo, admitir que la preparación de Matemáticas de los futuros maestros está limitada a sus experiencias anteriores de escolaridad formal, sería ignorar una fuente importante del aprendizaje e ideas de los maestros. La experiencia de cada día y las tradiciones culturales también juegan un importante papel en el desarrollo del conocimiento de las Matemáticas de las personas (Ball y McDiarmid, 1989).

De las discusiones anteriores se deduce directamente la importancia que tiene la socialización de los niños en el rol de estudiantes en la escuela elemental (Anderson et al., 1985), para el proceso de socialización de los profesores.

Miller (1987) ha analizado las actitudes de niños del grado 12 en Estados Unidos con relación a la génesis de actitudes negativas hacia las Matemáticas. Los datos sugirieron que una

determinada etapa, concretamente séptimo grado, era crucial para el desarrollo de dichas actitudes. En casos límites, los niños pueden llegar a presentar "un miedo irracional e inhibitor hacia las Matemáticas" (Maxwell, 1988, p.26), estado que algunos denominan **Matemafobia** (Lacase y Gatuso, 1987; Maxwell, 1988) y que perdura cuando se vuelven adultos (Evans, 1987).

La importancia de la visión que tienen los futuros maestros de sí mismos como aprendices de Matemáticas en el pasado ha sido considerada por Kuendinger (1987), comparando dos grupos de estudiantes para profesores. Uno de ellos estaba constituido por estudiantes que habían decidido convertirse en profesores de Matemáticas del nivel intermedio, mientras que los del otro grupo prefirieron optar por ser profesores de primaria, sin ninguna materia específica.

Se esperaba que la elección de los primeros estuviera motivada por una percepción relativamente más alta de sus propios logros matemáticos en el pasado, lo que Kuendinger denomina "una historia de aprendizaje positiva". Al mismo tiempo, era de esperar que aquellos maestros con una historia de aprendizaje menos positiva hubiesen desarrollado un número mayor de explicaciones para el fracaso en el aprendizaje de las Matemáticas.

Su investigación confirmó los puntos anteriores, mostrando, además, que los maestros especialistas en Matemáticas tenían mayor confianza en su capacidad para enseñarlas.

### **I.2.2.3 El papel socializante de los estudios de Magisterio**

Podemos distinguir cuatro componentes fundamentales en la socialización durante el tiempo que permanecen los alumnos en la Escuela de Magisterio: (1) los cursos de materias específicas, (2) los cursos de métodos de educación y fundamentos, que incluyen las didácticas, (3) las prácticas, y (4) la participación en la vida general de la Escuela Universitaria y en la Universidad. En este apartado nos centraremos en la segunda y la cuarta, dejando para apartados posteriores las otras dos.

Numerosos estudios durante los últimos años han mostrado en forma consistente que la asistencia a la Universidad produce una liberalización, tanto de los valores de los individuos como de su propia personalidad. Es claro que no todos los estudiantes cambian de la misma forma. "La singular percepción que cada profesor tiene de la formación recibida, bien asumida o rechazada, influye en la evolución que a partir de la misma experimenta" (Medina, 1988, p.55).

Pero, es también evidente que la socialización depende en gran medida de las características institucionales y ambientales de la Universidad de que se trate. ¿Cuales son las características relevantes para la socialización?. A través de un análisis de la bibliografía, Zeichner y Gore (1989) han identificado las siguientes:

- La frecuencia de las interacciones entre los profesores y los alumnos.
- El grado de flexibilidad en el curriculum.
- El nivel intelectual del programa académico.
- Los medios y actividades culturales.

Con respecto a los cursos de métodos y fundamentos, existe bastante evidencia de que lo que se introduce a los estudiantes en dichos cursos tiene poca influencia en sus acciones posteriores como maestros, incluso durante las prácticas. Así, Cooney (1984b) ha señalado que muchas veces al observar a los estudiantes para maestros durante las prácticas, se aprecia en sus métodos un conocimiento didáctico tan variado, incluso en alumnos con resultados académicos similares, que es difícil creer que tengan una formación análoga.

Según Lasley (1980), una de las creencias más comunes con que llegan los estudiantes a los cursos de formación de profesores es que éstos preparan poco para la vida real de la aulas. Creen que algunas cosas no pueden ser enseñadas, y que algunas destrezas sólo pueden ser aprendidas en clases reales.

Inciendiando en el mismo punto, Clark y Blane (1984) constataron, en un estudio acerca de los dos primeros años de enseñanza de un grupo de profesores de Matemáticas, que los métodos tradicionales de enseñanza predominaban entre los nuevos maestros, a pesar del énfasis que se ponía en los programas de

formación en aspectos tales como la resolución de problemas, discusión entre alumnos, trabajos prácticos, etc. Además, un análisis de cuestionarios realizados a profesores experimentados de las mismas escuelas sugería que éste era el estilo que ellos esperaban de sus nuevos colegas.

El hecho de que los maestros en sus conversaciones informales utilicen con mucha mayor frecuencia el lenguaje común que el lenguaje técnico de la profesión (Jackson, 1975), ha sido considerado por Smith (1976) como una manifestación de lo poco que tienen en cuenta los maestros el conocimiento de conceptos y principios pedagógicos. Smith atribuye este hecho a que los conceptos son enseñados, en gran medida, verbalmente y, por tanto, aprendidos a nivel verbal. La no utilización del lenguaje técnico por parte de los maestros puede verse como un síntoma de que la conceptualización anterior a los estudios de Magisterio continúa en la práctica profesional.

La falta de influencia de estos cursos puede ser debida, en parte, a las pocas expectativas con que los estudiantes acuden ya de entrada a estos cursos (Book et al., 1983) y, en parte a la fortaleza de los valores, actitudes y creencias que ya tienen los estudiantes cuando inician sus estudios y a los que nos hemos referido en el apartado anterior. Otro factor puede ser la ausencia de una correspondencia estrecha entre las asignaturas básicas y las prácticas de enseñanza (Borko y Shavelson, 1983), lo que ha llevado a algunos investigadores a desarrollar modelos de

cursos que traten de aunar ambos elementos (Stevens, 1983).

No obstante, Bush (1986), analizando las fuentes de las decisiones de cinco profesores de secundaria de Matemáticas en prácticas, encontró que la más citada era el contenido de un curso de métodos de enseñanza de las Matemáticas que estaban siguiendo. Ello parecía indicar que los futuros maestros continuaban reflexionando a lo largo de la experiencia de las prácticas sobre el contenido que se les presentaba en el curso.

Hay que indicar que el propio autor reconoce las limitaciones de su estudio. Por un lado, todos los datos estaban basados en autoinformes de los participantes y, por tanto, las fuentes señaladas pudieron no ser las reales. Por otro lado, la influencia del curso pudiera estar fuertemente reforzada por el hecho de que se estaba desarrollando paralelamente a las prácticas.

En todo caso, es importante insistir en que los programas de formación de maestros son muy distintos entre sí, y también lo serán sus efectos. Discutiremos este punto más detalladamente en conexión con las prácticas.

Para algunos autores (Ginsburg, 1989) el impacto principal de la Escuela de Magisterio no tiene lugar a través de las destrezas y conocimientos que les imparten formalmente sus profesores, sino a través del "currículum oculto" de los cursos. El núcleo de la socialización del maestro en este período tendría lugar a través

de las imágenes del profesor, del discípulo, del conocimiento, y del curriculum, así como de los mensajes subyacentes acerca de los maestros como un grupo ocupacional.

Sin embargo, Zeichner y Gore (1989) señalan que la importancia del curriculum oculto en la socialización del maestro se basa fundamentalmente en argumentos lógicos y teóricos, pero que existe muy poca evidencia empírica. Es éste otro campo en el que es necesario llevar a cabo más investigaciones, particularmente desde el punto de vista de los propios estudiantes.

Refiriéndose a los estudios de formación del profesorado en nuestro país, Pérez (1986) ha indicado que "las tareas formales, académicas, que de forma más o menos rutinaria o significativa reciben (los alumnos) en la Universidad, de nada sirven si no logran traducirse en teorías activas, en pensamiento práctico que analiza el complejo ecosistema del aula y formula propuestas experimentales de actuación" (p.94).

#### **I.2.2.4 Los cursos de materias específicas (Matemáticas)**

Son pocos los estudios que existen acerca del impacto socializante que producen los cursos de materias específicas, y en particular los cursos de Matemáticas. Periódicamente, es casi un tópico el que se aluda a la necesidad de aumentar la preparación de los maestros en la materia específica. Sin embargo, no hay evidencia de que ello sea necesario, o de que vaya a contribuir a una mejora de la enseñanza (Berliner, 1985).

¿Qué es lo que los futuros maestros aprenden en estos cursos?. Si se admite que los programas proporcionan una imagen adecuada de lo que se aprende, el resultado es muy positivo. Sin embargo, si se analiza la bibliografía de la investigación acerca de lo que realmente se aprende la imagen puede ser muy distinta, como han discutido Lanier y Little (1986) en el caso de los Estados Unidos.

Recientemente, y como una alternativa a los cursos tradicionales, Wilson (1989) ha desarrollado y elaborado un interesante caso, el de George, como un instrumento para ser utilizado en los cursos de formación de profesores. El caso se centra en el conocimiento de contenido, concretamente en los conceptos de tema literario y análisis temático.

El caso pretende "estimular discusiones acerca de como y por

qué los profesores seleccionan sus representaciones de la materia específica, los problemas inherentes en las representaciones (p.e., el hecho de que cada representación, como cualquier metáfora o analogía, tiene aspectos en los que el contenido se simplifica en exceso, o se representa mal), y las diferencias entre conocimiento de la materia específica y conocimiento de la materia específica para la enseñanza" (Wilson, 1989, p.12).

El caso contiene, además de lo que se refiere específicamente a la enseñanza de los conceptos de temas literarios y análisis temático, una descripción de la formación de George, las razones por las que se decidió a enseñar, y sus experiencias aprendiendo a enseñar escritura y literatura. Estas informaciones son consideradas importantes por Wilson para analizar el núcleo del caso.

Una vez que sus alumnos (estudiantes para profesores) habían leído el caso Wilson les pedía que contestaran las preguntas que reproducimos en la tabla I.7.

Los efectos que sobre las actitudes de un grupo de estudiantes para profesores de Matemáticas produjo un curso de Matemáticas dado por él mismo fueron estudiados por Nisbett (1984). Utilizó cuestionarios suministrados antes y después del curso, analizándolos estadísticamente. Encontró un cambio positivo significativo en las actitudes hacia las Matemáticas, y hacia la creatividad de las Matemáticas.

- \* Enumera y describe las representaciones alternativas de *tema* (literario) que George generó para enseñarlo.
  
- \* Analiza cada representación. Escribe lo que crees que George quería que aprendiesen sus estudiantes de cada representación. ¿Cuales son las ventajas y defectos de las representaciones generadas por George?.
  
- \* ¿Por qué piensas que George tenía tanta dificultad para enseñar a sus alumnos acerca de los *temas*?
  
- \* ¿Por qué piensas que los alumnos de George no habían aprendido (suficiente) acerca de los *temas* al final de la unidad?.
  
- \* ¿Cómo influyeron las experiencias que tuvo George como estudiante en su enseñanza de los *temas*?
  
- \* ¿Cómo influyó el conocimiento de George de la materia específica, de *temas* y de *análisis temático*, en el aprendizaje de sus estudiantes?.
  
- \* ¿Crees que George entendía bien lo que son *temas*?

Tabla I.7. Cuestiones planteadas por Wilson (1989) a sus alumnos acerca del caso de George.

También notó un aumento positivo en las actitudes hacia la enseñanza de las Matemáticas y la naturaleza creativa de dicha enseñanza, pero los incrementos no fueron estadísticamente significativos. No es posible, sin embargo, establecer una correspondencia directa entre el curso y las variaciones, debido a que no utilizó grupo de control.

Schram et al. (1988) han analizado la naturaleza y extensión de los cambios que se producían en los estudiantes para profesores en su concepción de las Matemáticas, su enseñanza, y su aprendizaje, como consecuencia de un curso de Matemáticas, especialmente diseñado, y basado en la resolución de problemas. La duración del curso fue de trece semanas, aunque se proponen continuar el estudio durante varios años consecutivos.

Al principio del curso, los estudiantes tenían lo que se podría denominar una visión tradicional de las Matemáticas, considerándolas como una serie de símbolos y reglas abstractas, mecánicas, y en gran parte sin significado. Además, les parecían algo fragmentado, dividido en piezas que no alcanzaban a ver cómo podían encajarse dentro de un campo más amplio. Al enfrentarse con un problema, la única estrategia posible era buscar en la memoria la respuesta (hecho) o el algoritmo (procedimiento).

Al final del curso, hablaban de las Matemáticas de un modo distinto. Se referían a la recurrencia de secuencias de ideas

matemáticas que habían explorado en clase, y a las conexiones entre las ideas. Muchos de ellos habían entendido por primera vez por qué funcionaban muchas de las reglas y procedimientos que habían memorizado años antes. La experiencia les llevó, en particular, a cuestionar la efectividad de las rutinas típicas.

También mostraron gran satisfacción con el trabajo en equipo que habían desarrollado, manifestando que creían que debía ser práctica común en todas las clases de Matemáticas. Las frecuentes oportunidades para comunicarse matemáticamente produjeron un aumento de la valoración de la importancia del lenguaje en la clase, tanto del natural como del matemático.

Los autores señalan que, desde luego, un curso de trece semanas no es suficiente, pero que los resultados sugieren que tuvieron lugar cambios importantes en el pensamiento de los estudiantes acerca de la enseñanza y el aprendizaje de las Matemáticas.

En la actualidad, se está acumulando una evidencia creciente de que los estudiantes pueden superar con éxito los cursos de materias específicas de la Universidad sin desarrollar una comprensión conceptual de dichas materias, y concretamente de las Matemáticas. Ball (1988b; 1989b) ha examinado los conocimientos acerca de la división de fracciones de 252 futuros profesores, 217 de ellos de secundaria y con una formación superior en Matemáticas, y 35 de primaria.

Para ello, se utilizó un cuestionario y una entrevista. El cuestionario, reproducido en la tabla I.8, pedía que se seleccionaran, entre cuatro enunciados propuestos, aquellos que correspondieran a una división de fracciones dada. En la entrevista se comenzaba por preguntarles como les habían enseñado a dividir fracciones, y se les pedía que lo demostraran calculando  $1 \frac{3}{4} : \frac{1}{2}$ . A continuación, se les preguntaba si podían pensar alguna imagen, modelo, relato o representación del mundo real que fuera representada por dicha expresión numérica. Si no eran capaces de describir una representación, se les preguntaba su opinión acerca de las razones por las que consideraban que era difícil hacerlo.

Sólo el 30% de los futuros profesores escogieron el enunciado c del cuestionario, y de ellos bastantes señalaron también alguna respuesta incorrecta. Respecto de la entrevista, prácticamente todos los participantes fueron capaces de calcular la expresión propuesta, pero muy pocos (el 11%) fueron capaces de describir una representación completamente apropiada para la expresión. Además, a los que dieron una respuesta correcta, no les resultó nada fácil.

El error más frecuente en las representaciones fue representar la división por 2 en lugar de por  $\frac{1}{2}$ . La mayor parte de los futuros profesores utilizaron alimentos de forma redonda (tartas o pizzas), y describían dos personas compartiéndolas. Dos

¿Cual de los siguientes enunciados de problemas es adecuado para ilustrar el significado de  $4\frac{1}{2}:\frac{1}{2}$ ? Señala todos los que te parezca que sirven.

- a) Una receta de una tarta requiere  $4\frac{1}{2}$  tazas de leche. ¿Cuanta leche se necesitará para media tarta?
- b) Se tarda  $4\frac{1}{2}$  horas en recorrer en coche 200 Km ¿Cuanto se habrá recorrido en  $\frac{1}{2}$  hora?
- c) Jaime necesita  $4\frac{1}{2}$  kilos de lentejas. ¿Cuantas bolsas de  $\frac{1}{2}$  kilo deberá comprar?
- d) Ninguna de estos. En su lugar...
- e) No estoy seguro.

Tabla I.8. Cuestionario utilizado por Ball (1988b, 1989b) para examinar los conocimientos acerca de la división de fracciones de los futuros profesores.

consecuencias generales surgieron del análisis de los resultados:

a) los candidatos a profesores veían la cuestión como asociada a las fracciones, en lugar de a la división. Además, muchos de ellos no se sentían cómodos con las fracciones como algo asociado al mundo real. Varios de ellos comentaron que no les gustaban las fracciones. El uso de modelos redondos, era una manifestación de su focalización en las fracciones, ya que estos modelos son las representaciones de las fracciones más utilizadas en los libros de texto.

b) los participantes confundían el lenguaje cotidiano con el lenguaje matemático. Confundían la división *en* mitades con la división *por* una mitad.

Aunque pocos de los futuros profesores mencionaron explícitamente la división, las dificultades que tuvieron sugieren, a juicio de Ball, un conocimiento limitado de la división. Sólo la consideraban en su interpretación partitiva, y no en la de medida (que corresponde más fácilmente a la división de fracciones). Esto aparte de que, como ya hemos indicado, pocos participantes interpretaron explícitamente la división de fracciones como un caso de la división.

En cuanto a la comparación de los profesores de primaria con los de secundaria, los resultados revelaron que mientras que los matemáticos daban más respuestas correctas que los aspirantes a

maestros, les costaba mucho esfuerzo dar sentido a la división de fracciones, conectar las Matemáticas con el mundo real, y presentar explicaciones que fueran más allá del mero establecimiento de las reglas.

Resultados análogos fueron obtenidos por Schoenfeld (1985) con sus estudiantes universitarios de Matemáticas. Les planteó el siguiente problema:

*"Supongamos que tenemos tres segmentos de longitudes  $A$ ,  $B$ , y  $C$ , respectivamente. ¿Cómo construirías, con regla y compás, un triángulo cuyos lados tengan longitudes  $A$ ,  $B$ , y  $C$ ?"*

La clase, actuando como un grupo, resolvió el problema en menos de un minuto, y estuvo unánimemente de acuerdo en que la solución era correcta. Sin embargo, cuando se les preguntó por qué se obtenía la solución de ese modo, se tardó más de cuarenta minutos en *entender* el problema. Y eso con la dirección y ayuda del profesor.

Ball y McDiarmid (1989) señalan que esta falta de conocimiento conceptual de las Matemáticas inhibe seriamente las capacidades de los profesores para ayudar a los alumnos a aprender.

Mediante una historia imaginaria Leinhardt (1987) ha analizado el conocimiento de una profesora de Matemáticas de un mismo tema (la resta llevando) en cuatro momentos cruciales de su

desarrollo profesional: como alumna en la escuela, como participante en un programa de formación del profesorado, como maestra novel, y como maestra experta.

Su interés se centraba, entre otros puntos, en mostrar la adquisición de un conocimiento contextual (conocimiento *situado*), y como afecta dicho conocimiento a la enseñanza y aprendizaje de las Matemáticas. Además, cada uno de los cuatro episodios anteriormente citados es asociado por Leinhardt con un libro de texto, que se supone que es el utilizado en cada caso.

Uno de los objetivos de su historia es explicar claramente las razones por las que el curso recibido por la profesora en sus estudios de formación, y el correspondiente libro de texto, no contribuyeron al sistema de pensamiento desarrollado por la maestra experta, y por qué permanecían aislados del núcleo de su conocimiento pedagógico e instruccional. La profesora había construido su razonamiento instruccional alrededor de la realidad de una nueva actividad matemática, así como del proceso por el que los niños de 7 años llegan a entender ese material.

No se trata, resalta Leinhardt, de que el curso y el libro de texto fuesen malos, sino de que no se ajustaban a la situación real del aula.

En este apartado nos hemos ocupado de la influencia de los cursos de Matemáticas recibidos por los futuros profesores durante

su período de educación formal. Otros estudios han considerado el efecto producido por cursos, seminarios, talleres, etc., impartidos a profesores y maestros en ejercicio, y teniendo por objetivo la mejora de la enseñanza y el aprendizaje de las Matemáticas (Madsen-Nason y Lappan, 1987; Maher y Alston, 1987; Weinberg y Parker, 1988), desarrollar una epistemología constructivista como base para la educación matemática (Simon, 1988), cambiar las actitudes y comportamientos de los profesores (Ben Chaim et al., 1987), y sus percepciones y concepciones acerca de las Matemáticas, su enseñanza y su aprendizaje (Dionne, 1987; Schram y Wilcox, 1988).

Con respecto a estos cursos, algunos autores (Pirie, 1987) han señalado que el cambio no puede tener lugar a no ser que el profesor lo efectúe en sí mismo, y sugiere que es el trabajo en el aula el que debe proporcionar el entorno óptimo para que el cambio se produzca.

En otros trabajos realizados se ha tratado de valorar la efectividad de técnicas tales como el uso del vídeo (Jaworski, 1987) o el trabajo en talleres (Waxman y Zelman, 1987) para facilitar la conciencia reflexiva de los profesores de Matemáticas.

### 1.2.2.5 Las prácticas de enseñanza.

Existe hoy día un amplio consenso entre los formadores de profesores, y también entre los futuros profesores, acerca de que las prácticas son una parte útil y necesaria en los programas de formación de los profesores. Una consecuencia de dicho consenso es que muchos de los centros de formación de maestros, tanto en España como en el extranjero, ya no limitan los períodos de prácticas al final de los estudios, sino que se realizan también durante los primeros años.

El aumentar el énfasis en las prácticas no debe, sin embargo, ensombrecer la necesidad de la teoría. Esta proporciona el marco para entender la práctica. Si los futuros profesores gastan cientos de horas en las escuelas y colegios sin conocer los principios básicos que expliquen lo que observan, ganarán muy poco con sus esfuerzos. Incrementar las prácticas, sin una correspondiente referencia para observar los sucesos del aula no tiene sentido (Lasley, 1980).

La necesidad de vincular teoría y práctica en la formación de los futuros profesores de Matemáticas ha sido reconocida explícitamente en una serie de estudios (Howson, 1984; Christiansen et al., 1985; Christiansen et al. 1986).

A pesar de lo anterior, de un modo implícito existe la

creencia de que cuanto más tiempo se dedique a las prácticas mejor. Esta posición fue denunciada por Zeichner (1980) como uno de los mitos que hay en relación con las prácticas. Concretamente, formula este mito como la creencia de que "la experiencia práctica en la escuela contribuye necesariamente al desarrollo de mejores maestros" (p.45).

Sin embargo, son también numerosas las críticas a las prácticas en su forma actual en diferentes países. Así, en el caso de España, Gimeno (1980) ha recogido las opiniones de maestros en ejercicio y alumnos de Magisterio, resultando que sólo un 25% de los primeros veían algo positivo en las prácticas que habían realizado. La conclusión que obtiene es que "el sistema que usan las E.N. parece basarse implícitamente en el principio de que el simple contacto con las aulas, a veces sólo con un contacto visual y por presencia física, es suficiente para formar profesionales, técnicos de la enseñanza" (p.11).

Este mismo autor señala entre sus comentarios que no todos los alumnos tienen oportunidad de realizar prácticas en las distintas áreas curriculares de la E.G.B., el predominio de la observación y ayuda frente a la intervención directa, el exceso de tareas burocráticas (p.e. corregir ejercicios), y la escasa conexión entre el curriculum psicopedagógico y didáctico y la experiencia vivida en las prácticas.

En este mismo sentido, Contreras (1987) escribe: "La

tendencia habitual con la que nos encontramos en la formación del profesorado se caracteriza por su clara disociación entre la teoría y la práctica. Normalmente, el período de prácticas de enseñanza es un período independiente, claramente diferenciado, y sin conexión alguna con el resto de las actividades de formación (clases teóricas) y suele estar localizado al final de la carrera....Es decir, el sentido es de la teoría a la práctica, pero no a la inversa. Implica, por consiguiente un juicio de valor a favor de la teoría" (p.205)

Algunas investigaciones empíricas han mostrado que el efecto de los períodos de prácticas es, a veces, contrario a los propósitos pretendidos en los correspondientes programas (Salzillo y van Fleet, 1977).

Calderhead (1988b) ha llevado a cabo una investigación con un grupo de estudiantes para maestros de primaria, sus profesores tutores, y sus supervisores universitarios, en una experiencia de escuela estructurada cuyo objeto era introducir a los estudiantes en las tareas de enseñanza.

A cada estudiante, maestro tutor y supervisor se les dio una guía con la estructura de la experiencia para las dos semanas de duración. Cada sesión en la escuela estaba asociada con una tarea específica, empezando con la observación de los niños, su trabajo, su relación con el profesor, etc. Al principio de la segunda semana se intentó que cada estudiante planificase y llevase a cabo

una lección con un grupo reducido de niños, para después irse involucrando progresivamente en la instrucción individual de niños.

Al analizar los resultados del estudio, Calderhead señala como tomó distintas formas para los estudiantes, ofreciendo clases cualitativamente distintas de experiencia de aprendizaje profesional. "El estudio demuestra que una experiencia de introducción a la escuela puede transformarse en experiencias de aprendizaje radicalmente distintas, o incluso en experiencias de "no aprendizaje", para los estudiantes, y que la tarea de diseñar y poner en práctica experiencias estructuradas en la escuela es bastante más compleja de lo que imaginábamos originalmente" (p. 82).

En este sentido, Erdman (1983) ha llamado la atención sobre la necesidad de distinguir entre los propósitos de las prácticas, y lo que las prácticas realmente significan para los alumnos. Una cosa es, incluso, lo que se puede observar en las prácticas, y otra el significado real que los alumnos les atribuyen.

Por irónico que pueda parecer, no es inusual encontrar informes o trabajos de investigación indicando que los estudiantes para maestros son más rígidos, más autoritarios, menos flexibles, y menos sensibles a las necesidades de los niños a la conclusión de las prácticas (Thies-Sprinthall, 1984), aunque existen también investigaciones que no observaron este tipo de cambios (Zeichner y

Grant, 1981).

Así pues, a pesar de la existencia de numerosos estudios acerca de los efectos específicos de las prácticas en el desarrollo de los profesores, sigue existiendo un amplio debate acerca del papel que realmente juegan. Zeichner (1986) ha analizado alguna de las causas de esta situación y, en particular, ha destacado la poca atención que en la mayor parte de los casos se ha prestado al contenido y al contexto dentro de los que se desarrollan las prácticas (Feiman-Nemser, 1983).

Para Zeichner (1986), es necesario realizar una aproximación ecológica a la investigación de las prácticas, lo que implica estudiar y comprender: (1) la influencia simultánea de una variedad de personas y factores bajo unas condiciones de contorno particulares, y a varios niveles de análisis (interacciones persona-entorno y entorno-entorno); (2) la evolución de la experiencia, teniendo en cuenta las intenciones iniciales de los participantes, así como los resultados, tanto anticipados como no anticipados; y (3) la naturaleza recíproca de la influencia que se ejerce en relación con el desarrollo del maestro.

Con respecto al contenido, las principales críticas que se hacen en la bibliografía a las investigaciones existentes sobre el efecto de las prácticas puede resumirse en los siguientes puntos:

- En general, los estudios se refieren a las prácticas como algo

indefinido, y no describen las orientaciones particulares y los curricula de los programas.

- Además, se centran en el papel socializante de aspectos aislados de las prácticas, y no prestan atención a su compleja ecología.

- Incluso aquellos estudios que describen el contenido de un programa se centran en el plan instruccional (teórico), pero no en cómo tiene lugar su realización de hecho.

El problema es, desde luego, identificar los elementos necesarios para caracterizar el contenido de un programa de prácticas. Zeichner (1986) ha propuesto una primera caracterización en términos de los cuatro paradigmas en la educación del profesor, identificados por él mismo en un análisis de la bibliografía (Zeichner, 1983). Los cuatro paradigmas son: el conductista, el tradicional-artesanal, el personalista, y el orientado a la investigación.

a) En la orientación conductista el objetivo principal es preparar profesores que son primero y ante todo "ejecutores de destrezas" observables y específicas de enseñanza, que se admite que están directamente relacionadas con el aprendizaje del alumno. Características de este paradigma son:

- lo que deben aprender los futuros maestros está perfectamente delimitado y determinado por alguien o algo externo a ellos, basándose, por ejemplo, en criterios de efectividad obtenidos en investigaciones.

- no tienen en cuenta en forma relevante el contexto en que el futuro maestro ha de realizar su labor. El contexto educacional y social se toman como dados.

Para Popkewitz et al. (1979) este paradigma sólo tendría sentido en un mundo en que fuera posible separar unas causas de otras, de manera que ciertas causas pudieran controlarse, mientras otras se manipularan experimentalmente, un mundo en que las causas precedieran y estuvieran separadas de los efectos.

b) En la orientación tradicional-artesanal, también se considera al maestro como un "ejecutor de destrezas". El conocimiento acerca de la enseñanza se adquiere en gran medida mediante un proceso de "ensayo y error". El método más adecuado para la transmisión del conocimiento cultural de los profesores considerados buenos a los futuros o nuevos es una relación aprendiz-maestro (en el sentido artesanal). En este paradigma:

- los futuros maestros se ven en gran medida, y análogamente al paradigma conductista, como receptores pasivos de conocimiento. Consecuentemente, no influyen en forma relevante ni en el contenido ni en la dirección de sus programas de formación.

- el contexto educacional y social en el que se define la educación del maestro se toma como dado.

c) En la orientación personalista se considera el papel del maestro como el de una "persona efectiva", y las destrezas

pedagógicas más importantes se ven como parte de las cualidades personales, y características humanas del individuo. El objetivo principal de la formación de los profesores es promover su madurez psicológica, primando la reorganización de sus percepciones y creencias sobre la adquisición de destrezas y habilidades, e incluso sobre el conocimiento de contenido. En este paradigma,

- los conocimientos y destrezas que deben adquirir los futuros profesores están mucho menos especificados que en los anteriores. Los comportamientos de los profesores dependen, en gran medida, de sus propios significados y propósitos.

- el problema de la educación de los maestros se define nuevamente dentro de un contexto educacional y social dado.

d) En el paradigma orientado a la investigación, el profesor se concibe como un profesional "que toma decisiones". Se le da un papel central al desarrollo de una actitud reflexiva y crítica acerca de la enseñanza y de los contextos en que tiene lugar. La capacidad intelectual de los profesores para valorar su propia práctica se considera completamente necesaria para llevar a cabo sus tareas. Se trata pues de formar "profesores reflexivos". En este paradigma:

- los conocimientos y destrezas que deben aprender los futuros profesores no se especifican totalmente con antelación, y se intenta satisfacer las necesidades y preocupaciones autopercebidas por los futuros profesores. Sin embargo, el objetivo central de la

formación es el desarrollo de una actitud positiva hacia la indagación crítica.

- los análisis reflexivos se hacen teniendo en cuenta el profesor, la escuela y la sociedad. El proceso de investigación requiere que el futuro profesor vea como problemático lo que en los anteriores paradigmas se daba por supuesto.

Hay que señalar que existen distintas interpretaciones del término "enseñanza reflexiva" (Gore, 1987). En los trabajos de socialización del profesor desarrollados por Tabachnick et al.(1985) el concepto incluye una consideración crítica de principios políticos, morales, y críticos, extendiéndose más allá de las paredes del aula, y abarcando todas las complejidades ligadas con temas educacionales. En otros casos, se sigue una aproximación más tecnocrática y positivista (Cruickshank et al., 1986).

Una revisión de la investigación acerca de las reflexiones de los profesores y estudiantes para profesores, identificando clases de reflexión y de cambio en la enseñanza, ha sido realizada por Broeckmans y Tistaert (1988).

La anterior tipología para definir el contenido de los programas de prácticas se resume en la tabla I.9. Es conveniente tener presentes en este contexto los dos puntos siguientes (Zeichner, 1983; Calderhead, 1986):

ORIENTACION DE LA EDUCACION DEL MAESTRO	CONCEPCION DOMINANTE DEL PAPEL DEL MAESTRO	CURRICULUM	VISION DE LA FORMA INSTITUCIONAL EXISTENTE Y DEL CONTEXTO SOCIAL ESCUELA
Conductista	Ejecutor destrezas	Recibido (definido explícitamente)	Cierto
Tradicional-artesano	Ejecutor destrezas	Recibido (no definido explícitam.)	Cierto
Personalista	Persona afectiva	Reflexivo (se centra en promover la madurez psicológica)	Cierto
Orientado a la investigación	Profesional tomador de decisiones	Reflexivo (se centra tanto en la enseñanza como en la investigación; p.e.,decisiones enseñanza, desarrollo curric.)	Cierto o problemático, dependiendo de la amplitud del concepto de problemático

Tabla I.9. Paradigmas en la educación del profesor y algunas de sus características principales según Zeichner (1983).

a) Los cuatro paradigmas presuponen modelos excesivamente simplistas del proceso de formación de los futuros profesores. Sería ingenuo preguntarse cual es el mejor procedimiento para que aprendan. Todos ellos describen aspectos del proceso de aprendizaje, que pueden ser adecuados dependiendo del momento, el contexto y el alumno concreto.

b) De hecho, los programas existentes de formación del profesorado, y las prácticas que incluyen, contienen elementos de varias de las orientaciones discutidas. Lo que puede utilizarse para distinguir unas aproximaciones de otras son los aspectos en que se ponen las prioridades, subordinando en cierta medida a ellos todos los demás.

Un ejemplo de programa de prácticas orientado a la investigación desarrollado en la Universidad de Wisconsin ha sido descrito minuciosamente por Zeichner y Liston (1987). El efecto de este programa sobre el desarrollo de las perspectivas de los futuros maestros hacia la enseñanza ha sido examinado por Tabachnick y Zeichner (1984), y por Zeichner y Grant (1981).

Richards y Gipe (1988) llevaron a cabo un estudio acerca de una experiencia para aumentar la capacidad de pensamiento reflexivo de futuros profesores a lo largo de un período de prácticas. Para ello utilizaron diarios escritos, observaciones múltiples, y análisis estadísticos descriptivos. La utilización de los diarios se consideraba una forma de promover y documentar el

pensamiento crítico reflexivo. La observación se utilizó para clarificar aspectos de la conducta humana que no podían obtenerse por otro procedimiento, y la estadística descriptiva para cuantificar los datos en orden a compararlos.

Los participantes eran estudiantes de un curso de métodos de lenguaje y lectura. Durante las prácticas siguieron un programa elaborado bajo una perspectiva orientada a la investigación. Se les pidió que llevaran un diario escrito, que era leído y comentado semanalmente por el supervisor, animándoles a reflexionar sobre algunos aspectos de la clase y del contexto social escolar. Antes y después de las prácticas los profesores tutores y los supervisores evaluaron a los alumnos, con unos criterios previamente establecidos. Mientras que los tutores valoraban la habilidad en clase, los supervisores se centraban en los comentarios reflexivos que aparecían en los diarios.

Aquellos estudiantes en prácticas que habían aumentado su capacidad reflexiva, mejoraron en su habilidad para preparar y presentar lecciones adecuadamente. No obstante, un grupo de ellos que ya fueron considerados al principio con un alto nivel, permanecieron en él al final, sin incrementar los aspectos reflexivos.

Un factor a tener en cuenta en la investigación del papel socializante de las prácticas es la naturaleza de las clases y escuelas en las que el estudiante las realiza, así como la

ecología de la clase (Doyle, 1977). También siguen siendo un factor importante las características de la Universidad en que se desarrollan las prácticas. En particular, se ha resaltado la importancia que pudieran tener ciertas variables de la escuela tales como el ambiente general, las normas internas, y las relaciones entre los alumnos, el maestro tutor y el supervisor de la Universidad (Zeichner y Tabachnick, 1982; Cogan y Albertson, 1987).

En resumen, Zeichner (1986) opina que "la tendencia actual de intentar explicar el papel de las prácticas *en general* en el procesor de aprender a enseñar no ha sido muy productivo hasta la fecha, y no es probable que se vuelva más en el futuro" (p.20).

La influencia socializante del lugar en que se realizan las prácticas (y posteriormente de la escuela en que se trabaja) se ha descrito frecuentemente utilizando el modelo conceptual de Pollard (1982). En el se distinguen tres niveles: **interactivo**, **institucional**, y **cultural**.

En el nivel interactivo, dentro de la clase, se consideran entre otros factores, el papel socializante de los alumnos, y la influencia ecológica del aula. La influencia de los alumnos ha sido ampliamente discutida en la bibliografía (Zeichner y Tabachnick, 1985). En este mismo artículo se discute el papel que juega la ecología de la clase (ver también, Doyle, 1977).

A un nivel institucional, el análisis se centra en las influencias ejercidas por las escuelas como lugares de trabajo. Dos aspectos relevantes de la socialización a este nivel son: (1) la influencia de los otros profesores, y (2) la influencia de los posibles evaluadores.

Por último, al nivel cultural se trata de relacionar las perspectivas individuales de los maestros y de los grupos de maestros con la comunidad local de la escuela (en nuestro caso, por ejemplo, el consejo escolar), y con las condiciones materiales prácticas e ideológicas al macronivel de la sociedad. Es evidente que este nivel de socialización es mucho más relevante una vez que los maestros están en ejercicio, mientras que no es de esperar gran influencia durante las prácticas.

Por otro lado, Elbaz et al. (1986) han señalado tres factores importantes en el desarrollo de las estructuras de conocimiento de los futuros profesores en su período de formación: la clase de conocimiento que adquieren, los lugares donde tienen lugar su instrucción (Universidad) y sus prácticas (escuela), y los papeles asumidos por los participantes en el proceso de formación.

Respecto del conocimiento de contenido (ver el apartado I.2.1.3 para las distintas categorías de conocimiento utilizadas por Elbaz et al.) indican que el principal problema con que se encuentran los futuros profesores es la necesidad de hacer una transición, desde los criterios de validez del conocimiento que se

les ha enseñado como alumnos, a otros criterios apropiados para la enseñanza de la materia específica. Se trata no sólo de adquirir conocimientos, sino de transformarlos en una forma adecuada para los estudiantes.

En cuanto al conocimiento "en uso", reconocen que los estudiantes poseen al iniciar los programas de formación una cierta cantidad de este conocimiento que han adquirido de sus experiencias previas como estudiantes y, también, de las numerosas situaciones de enseñanza que se presentan en la vida diaria. Estas son las influencias anteriores a los estudios de Magisterio de que nos hemos ocupado en el apartado I.2.2.2. Este conocimiento "en uso" previo puede interferir con un conocimiento "en uso" distinto que se pretende que adquieran en las prácticas, y en el programa de formación.

Además, los futuros maestros adquieren conocimientos en una institución (la Universidad) para utilizarlos en otra distinta (la escuela). El paso de un lugar a otro es de esperar que produzca cambios en los conocimientos. Así, por ejemplo, el conocimiento de contenido pedagógico que se adquiere fundamentalmente en forma declarativa debe transformarse, para ser utilizado, en conocimiento de procedimiento.

Finalmente, y como ya indicamos en la Introducción, el cambio de rol de estudiante a profesor es muy complejo. Hay un cambio cognitivo de adquirir contenido a suministrar contenido, un cambio

hacia un nivel más activo, un cambio de responsabilidad, un cambio social, etc. Esto puede llevar a que la misma materia específica sea vista de forma distinta por el futuro maestro como alumno en la Universidad y como profesor en la escuela.

Elbaz et al. (1986) han utilizado mapas cognitivos para analizar el cambio de las estructuras del conocimiento de la materia específica de los futuros maestros durante su período de entrenamiento.

Nuevamente hemos de referirnos al reciente artículo de Zeichner y Gore (1989) para una revisión general de la bibliografía. Como siempre, nosotros nos limitaremos a reseñar aquellos trabajos que consideramos más relevantes para la línea de esta memoria.

Volvamos al estudio de casos de Crow (1987) citado en el apartado I.2.2.2. ¿Cuál fue el efecto de las prácticas sobre los dos informantes que permanecieron hasta el final del programa?. Un factor determinante en su socialización durante este período fue la cantidad de trabajo que sentían que tenían que desarrollar y, consecuentemente, la sensación de falta de tiempo.

Para hacer frente a esta nueva realidad adoptaron varias estrategias. En primer lugar, recurrieron a sus fuentes biográficas, adquiridas en sus tiempos de estudiantes. En segundo lugar, adoptaron algunas de las normas de la escuela y de los

maestros titulares. Específicamente, se basaron mucho en el libro de texto. Estas actuaciones eran incongruentes con sus imágenes idealizadas de ellos mismos como maestros.

Lo que hicieron entonces para mantener la validez de sus TRIs fue separar a éstos de sus prácticas diarias. Esto les permitía seguir creyendo que más adelante, cuando tuvieran sus propias clases y años de experiencia, tendrían la oportunidad de expresar sus TRIs en forma más completa.

Los informantes valoraron mucho su interacción con los estudiantes. Sus respuestas constituían una fuente esencial de evaluación de sus prácticas. Si había acuerdo entre el comportamiento real y el esperado de los alumnos, eso servía para reforzar sus TRIs.

En todo caso, "las imágenes idealizadas de los informantes de sí mismos como maestros perduraron" (Crow, 1987, p.24). Además, la transferencia de temas educacionales, desde el contexto de los cursos anteriores del programa al contexto de las prácticas estaba relacionada con la congruencia del tema con sus propios TRIs.

Así pues, la socialización no fue algo pasivo, sino un proceso dinámico y conflictivo de naturaleza dialéctica. Se puso de manifiesto una tensión entre dos factores: la capacidad de los informantes para interpretar y remodelar el curriculum, y las actividades del programa. Ambos factores se influenciaban

mutuamente, siendo en algunos casos dominantes los informantes, y en otros las exigencias institucionales.

Posteriormente, Crow (1988) ha presentado resultados adicionales del estudio longitudinal de la socialización de estos dos profesores. Después de dos años y medio de ejercer la profesión, Crow encuentra que los TRIs originales de los dos profesores seguían siendo evidentes, y continuaban jugando un importante papel en sus creencias acerca de la enseñanza y de ellos mismos como profesores. Además, también perduraba la tensión entre sus TRIs y los factores socializantes contextuales. No obstante, era clara la influencia de otros factores socializantes.

Otro interesante estudio acerca de la influencia de las prácticas ha sido realizado por Ricord (1986), con nueve estudiantes para maestros, a los que entrevistó antes y después de un período de prácticas de nueve semanas. En la entrevista inicial se trató de identificar qué visión tenían los estudiantes de sí mismos como maestros, y de la enseñanza en general antes de iniciar sus prácticas, así como cuales eran los aspectos de las mismas que más les preocupaban o llamaban su atención. A continuación exponemos sus principales resultados acerca de estos puntos.

a) Los estudiantes tenían una opinión positiva de sí mismos. Se consideraban individuos maduros, generalmente algo extrovertidos, y socialmente ajustables. Más concretamente, tenían visiones

positivas de

- su conocimiento de la materia específica,
- su capacidad para comunicarla a sus alumnos,
- su capacidad para integrarse en el ambiente de la escuela.

Sus consideraciones negativas acerca de sí mismos eran débiles, y se centraban alrededor de

- no ser muy brillantes oradores,
- preferir a los mejores estudiantes,
- preocuparse acerca del manejo de la clase,
- creatividad para planear la lección.

b) Su mayor preocupación se refería a cómo enseñar, a la mejor metodología para el aprendizaje de los alumnos. La segunda preocupación estaba asociada con el maestro tutor, y en que medida éste compartiría su filosofía educacional.

Para interpretar los resultados de la entrevista final, así como los cambios producidos, Ricord utilizó tres variables para caracterizar la personalidad de los individuos. Dichas variables eran:

1. **Asertividad**, definida como la característica de la personalidad que mide la capacidad de hacerse cargo de una situación con seguridad profesional. Un individuo con alto valor de esta variable puede describirse como uno que no presenta inhibición, con una fuerte auto-imagen, conciencia y madurez profesional.

2. **Dogmatismo**, midiendo la mentalidad abierta o cerrada del sistema de creencias del futuro maestro.

3. **Situación del centro de control**, que puede ser **externo** o **interno**. Los estudiantes para maestros orientados externamente tienden a ver el origen de los sucesos que tienen lugar en la clase como algo externo a ellos, mientras que los internamente orientados los consideran influenciados por sus características personales.

¿Qué cambios se observaron en estos rasgos de la personalidad como consecuencia de las prácticas?.

1. Se constató una gran discrepancia entre antes y después de las prácticas con relación a la asertividad. Aparentemente, este es el aspecto de la personalidad que más cambió. Los futuros maestros se volvieron más capaces de manejar la situación de enseñanza al final de las prácticas.

2. No hubo cambio significativo en la variable dogmatismo. La mayor parte de los estudiantes se catalogaron como poco dogmáticos antes de las prácticas, y siguieron siéndolo después.

3. Con respecto al centro de control, sólo se apreció el cambio de uno de los futuros maestros, desde una orientación externa a una interna. Hay que señalar que la mayoría de ellos eran externamente orientados.

El análisis de los resultados de la entrevista final lo hizo Ricord considerando en primer lugar las reflexiones y deliberaciones de los futuros maestros orientados externamente y, después, las de los orientados internamente.

a) La mayor parte de los comentarios de los primeros se centraron en las tareas de enseñanza. La preocupación por el alumno a nivel individual estaba casi completamente ausente. Este hecho representó un cambio importante respecto de las ideas expresadas antes de las prácticas. Sin embargo, no llevaba asociado ningún dilema o conflicto. El cambio de asertividad a que nos hemos referido antes parecía implicar una visión más segura de sí mismos.

Al mismo tiempo, estos futuros maestros se mostraron menos experimentadores y creativos, aceptando con facilidad modos convencionales de enseñanza.

Algunos estudiantes para maestros experimentaron dilemas respecto del curriculum, al tratar de ajustar su contenido con las necesidades individuales de los alumnos. En general, los conflictos se referían a lo ideal frente a lo real, los objetivos de la escuela frente a los personales, y a los pensamientos frente a las acciones.

Con respecto a su auto-percepción, su mayor preocupación fue

tratar de ser ellos mismos, y encontrar su propio estilo de enseñanza. También les preocupó lo que pensaban los alumnos de ellos, lo que en algunos casos les provocó dilemas.

b) Las reflexiones de los futuros profesores orientados internamente contenían también la mayor parte de los puntos anteriores, pero con importantes diferencias en el énfasis. En particular, mostraron una preocupación mucho mayor por las necesidades de los estudiantes, y por su capacidad para satisfacerlas. Generalmente, estos estudiantes eran menos asertivos y dogmáticos. Al final de las prácticas eran distintos de los externamente orientados, ya que permanecían muy idealistas y centrados en los alumnos.

Utilizando la teoría del interaccionismo simbólico Tardif (1985) estudió el significado que cuatro estudiantes para profesores de una universidad de Canadá daban a sus periodos de prácticas. En particular, analizó cómo este significado se transformaba a lo largo de las prácticas, y si afectaba a su futura actuación como profesores. Los resultados que presenta en este trabajo se refieren a las **perspectivas** comunes de los cuatro individuos. Aquí perspectiva se usa en el sentido de Becker (citado por Tardif, 1985; para una discusión de la noción de perspectiva ver también Tabachnick y Zeichner, 1984).

El modo en que se veían a si mismos como profesores fue evolucionando a lo largo de las prácticas. Al principio, todas sus

preocupaciones se relacionaban con temas de adecuación y supervivencia, para ir pasando después gradualmente de la preocupación por el yo a la preocupación por el "ellos", los alumnos.

Por otro lado, actuar como un profesor lo asociaron inicialmente con el conocimiento y capacidad de comunicación de los contenidos de las materias, lo que requería tener la capacidad para manejar a los alumnos. Una de las cosas que los estudiantes aprendieron en las prácticas fue a "crear una distancia" entre ellos y los alumnos, como un medio de mantener el orden y de ser respetados.

Con anterioridad a las prácticas, todos ellos se habían referido a la necesidad de ponerse a nivel de los alumnos, y de abolir la imagen tradicional del profesor. Sin embargo, esta disonancia no les ocasionó ningún conflicto, ya que al mismo tiempo que iban adoptando el comportamiento de profesores, iban elaborando razones que justificaran sus comportamientos y actitudes. Los participantes se volvieron cada vez más autoritarios y conservadores, aceptando e incluso justificando lo que antes habían considerado como dudoso y reprobable.

Para justificar su comportamiento, los futuros maestros recurrían a la disparidad que existía entre la situación ideal y la realidad con que se enfrentaban. Más que intentar cambiar la realidad de acuerdo con los ideales y valores que habían

defendido, se adaptaron a la realidad de la situación que percibían, disminuyendo de este modo las tensiones.

Para los participantes, la experiencia de sí mismos como maestros significó aceptar en gran medida las definiciones impuestas por otros. Es evidente que las fuerzas de socialización son muy numerosas durante las prácticas. Al enfrentarse con las exigencias y presiones que forman parte de ellas, los estudiantes normalmente asumirán las cosas como son. Aceptarán el mundo de la escuela como dado, incambiable y predefinido. En qué medida se trata de una sumisión estratégica o de un ajuste complaciente en el sentido de Lacey no puede inferirse de los datos del artículo. En todo caso, dado lo limitado en el tiempo del período de prácticas, es posible que el efecto de las presiones desaparezca en gran medida al acabarse éstas.

Analizando las características en que se fijaban los futuros profesores en prácticas para valorar el éxito o fracaso de sus lecciones, Ellwein et al. (1989) han distinguido tres clases de estudiantes para maestros en prácticas, que denominan auto-absorbidos (self-absorbed), ego-intensificados (ego-enhancing) y auto-borrados (self-effacing), respectivamente.

Los primeros se caracterizan por atribuir consistentemente los resultados de la lección a sus propias decisiones y acciones y, sólo en menor medida, a las de sus estudiantes. Los segundos resaltan su papel en las lecciones que tienen éxito, mientras que

subrayan el de sus estudiantes en las que no lo tienen. Finalmente, los terceros invierten su énfasis, centrándose en el papel de los estudiantes en las lecciones con éxito, y destacando su propia responsabilidad en los fracasos. Esta clasificación puede ser un interesante punto de partida para analizar el comportamiento y socialización de los alumnos durante las prácticas.

En España, Marcelo (1988) ha realizado un estudio cualitativo con seis alumnos de Magisterio para intentar describir como las concepciones de los profesores acerca de la enseñanza y el rol de profesor determinaban la estrategia social asumida en el período de prácticas. Para ello utilizó entrevistas semiestructuradas y diarios.

El análisis de las reflexiones de los participantes mostró que la estrategia social dominante fue el ajuste interiorizado, evitando situaciones de conflicto entre las propias concepciones y creencias y las mantenidas por la escuela en que realizan sus prácticas. Una de las alumnas adoptó la estrategia de sumisión estratégica, mientras que otra mostró una redefinición estratégica parcial.

También, Montero y Cebreiro (1988) están desarrollando un proyecto de investigación en la Universidad de Santiago y han constatado la existencia de una cultura de enseñanza en el sentido de Feiman-Nemser y Floden (1986) que se traslada del profesor

experimentado al novel, a través del ritual de iniciación y en las conversaciones formales e informales. Sin embargo, también señalan el papel activo del novel, que se manifiesta mediante la reflexión sobre sus experiencias, y en la búsqueda de explicaciones del comportamiento de los demás.

Centrándonos ahora en el conocimiento de la materia específica, Ball y McDiarmid (1989) comentan que es probablemente muy común la experiencia de llegar a entender un tema específico, por ejemplo la división de fracciones, mientras se está enseñando. Aquí entender incluye el desarrollar actitudes que permitan enseñar el tema de manera que los alumnos, a su vez, puedan entenderlo en forma significativa y conectada. En este proceso, el papel jugado por los libros de texto y las guías del profesor parece muy importante.

Durante las prácticas, y los primeros años de ejercicio, los profesores se ven empujados a utilizar y seguir el libro de texto, tanto por la influencia de los maestros tutores y la organización de la escuela o colegio, como por la presión a que se sienten sometidos por la falta de tiempo y de conocimientos de la materia específica.

A partir de una serie de estudios Porter et al. (1987) concluyeron que los maestros y profesores de Matemáticas en su primer año de ejercicio siguen el libro de texto con bastante frecuencia, mientras que los que tienen más experiencia tienden a

utilizarlo principalmente como una fuente de la que seleccionan el contenido.

Ball y Feiman-Nemser (1986) han investigado el uso que hacían del libro de texto un grupo de aspirantes a maestros durante su periodo de prácticas. Aunque los informantes participaban en distintos programas de formación de maestros, todos habían desarrollado la impresión de que para ser buenos maestros debían evitar seguir los libros de texto y las guías del profesor. A pesar de ello, y por las razones antes indicadas, acabaron siguiendo un libro de texto durante sus prácticas.

La utilización del libro de texto presentó para los futuros maestros una serie de dificultades. Algunos se dieron cuenta de que no estaban preparados para ello, otros lo siguieron de forma mecánica sin entender lo que hacían. En algunos casos, las modificaciones que introducían tratando de adaptar los manuales, distorsionaban el punto central de la lección. Ball y Feiman-Nemser relatan como la falta de conocimiento de las Matemáticas de una de los participantes la llevó a realizar disgresiones incorrectas o erróneas.

A otra de las participantes, el libro de texto y la guía del profesor le ayudaron a aprender contenido y pedagogía acerca de un tema que no entendía bien cuando comenzó a enseñarlo, concretamente el valor de posición. Al final de la unidad, no sólo creía que comprendía mucho mejor el concepto, sino que era capaz

de apreciar las diferencias entre entre distintos libros de texto, para decidir cual podría ayudarle mejor en su labor.

Por otro lado, el que los profesores puedan aprender de los libros de texto acerca de la sustancia y naturaleza de las Matemáticas puede considerarse problemático, dada la frecuencia con la que el conocimiento de la disciplina se presenta mal en muchos de ellos. además, los libros de texto de Matemáticas fomentan a menudo una aproximación algorítmica a las mismas. Aprender de los libros de texto, aunque puede ayudar a los profesores y futuros profesores a clarificar conceptos de las Matemáticas, también puede ayudar a perpetuar representaciones limitadas o inadecuadas de las mismas (Ball y McDiarmid, 1989).

Así, por ejemplo, Ball (1989b) señala que la mayor parte de los libros de texto introducen la división de fracciones como un tema nuevo, y no muestran su relación con la división de números enteros. A un nivel más general, en el Estado de California se desarrolló un nuevo esquema de curriculum para la enseñanza de las Matemáticas, y el comité encargado de seleccionar los libros rechazó todos los libros de texto que había en aquel momento en el mercado. Esto llevó a varias de las editoriales más importantes a revisar sus libros de texto (Ball, 1989c).

Utilizando entrevistas y observaciones de clase, Borko et al. (1988) realizaron un estudio comparativo de un grupo de 12 aspirantes a profesores. Los participantes se escogieron de forma

que cubrieran distintos niveles de enseñanza (primaria y secundaria), y distintas áreas de contenido. Además, los había de dos programas de formación de profesores con una orientación muy diferente.

La investigación se centró en la planificación de las lecciones, y en las reflexiones posteriores a las mismas, durante las prácticas. El conocimiento de la materia específica de los participantes y su confianza en dicho conocimiento, resultó estar asociado con deferencias en su planificación y enseñanza. Cuanto mayor era su preparación en el área y su conocimiento del contenido del curso, menos detalles contenían sus planes, y más atención prestaban a los alumnos mientras enseñaban.

Con respecto a la influencia del área de conocimiento sobre el modo de planificar, Borko et al. encontraron que durante las prácticas el libro de texto juega un papel más importante en la planificación de los futuros profesores en el caso de asignaturas con un curriculum altamente estructurado, y un contenido de naturaleza jerárquica, como sucede con las Matemáticas.

La planificación diaria de los futuros profesores de Matemáticas que observaron, consistía esencialmente en la selección de problemas y ejemplos, y no en decidir el contenido que se iba a cubrir. La planificación, a corto y largo plazo, estaba fuertemente influenciada por el libro de texto.

Contrariamente a lo que sucedió con el conocimiento de contenido, que algunos participantes consideraron que lo tenían en grado suficiente, casi todos los futuros profesores manifestaron su limitado conocimiento pedagógico, así como su limitado conocimiento de estrategias y rutinas de enseñanza. Por ejemplo, una aspirante a profesora de Matemáticas se quejó de la gran cantidad de tiempo que le llevaba corregir los deberes, pero fue incapaz de encontrar una solución acorde con sus creencias pedagógicas.

Un aspecto interesante de la experiencia estuvo en la posibilidad que tuvieron los futuros profesores de secundaria de explicar la misma lección a distintos grupos de un mismo curso. Ello permitió apreciar cuando y cómo modificaban sus estrategias instruccionales para ajustarse a las peculiaridades de cada grupo.

Esta posibilidad de enseñar la misma lección a distintos grupos durante las prácticas es valorada muy positivamente por Borko et al. (1988), sobre todo si se deja tiempo suficiente entre ambas ocasiones, a fin de reflexionar y analizar la primera experiencia.

Cooney (1984c; 1984d; 1985) desarrolló una investigación para estudiar la influencia que los significados que los profesores adscriben a las Matemáticas y su enseñanza, tienen sobre sus creencias acerca del aprendizaje y enseñanza de las mismas, y la variación que sufren estas creencias cuando el profesor novel se

enfrenta con la práctica docente.

Los sujetos fueron dos profesores, Fred y Janice, a los que se entrevistó al concluir sus estudios, y también en distintas ocasiones a lo largo de su primer año de enseñanza.

Las primeras entrevistas se centraron en las reacciones de los profesores noveles hacia una serie de situaciones hipotéticas, denominadas *episodios*, que se proporcionaban con objeto de estimular la conversación acerca de las Matemáticas, su enseñanza y su aprendizaje.

Una vez transcritas las entrevistas se pidió a los informantes que seleccionasen las declaraciones que ellos considerasen que contenían afirmaciones importantes acerca de sus creencias, agrupándolas según su criterio. Además, debían poner un título y una breve descripción para cada grupo. A partir de esto se realizaron las descripciones de las creencias de los profesores, que les fueron entregadas para recoger sus comentarios y reacciones.

Fred puso en la entrevista inicial un gran énfasis en las ventajas de la resolución de problemas y sus aplicaciones, considerando que podían hacer que las Matemáticas fuesen divertidas. Las afirmaciones:

- la principal actividad de las Matemáticas es resolver problemas,
- resolver problemas es la esencia de las Matemáticas,

son claves para entender las creencias de Fred acerca de las Matemáticas y su enseñanza.

Se preparó un informe con las creencias de Fred, que le fue presentado después de que llevara dos meses enseñando en una escuela rural. Lo consideró correcto, pero apreció un conflicto entre sus creencias iniciales y su actuación como profesor. Se había vuelto menos seguro respecto del papel de la resolución de problemas, cuestionándose si no sería más fácil enseñar mediante modelos tradicionales. A lo largo del curso, las entrevistas pusieron de manifiesto que el conflicto iba en aumento. La resolución de problemas pasó de ser considerada como parte esencial del curriculum a simple técnica motivacional.

En el caso de Janice, sus creencias estaban más orientadas hacia consideraciones psicológico-sociales que hacia las Matemáticas. Algunas de sus frases destacadas fueron:

- me gustaría que los estudiantes se sintiesen mejor como "gente matemática".
- me gustaría eliminar la interacción negativa de otras personas.
- un profesor ideal es una persona alrededor de la cual los estudiantes están a gusto.
- no debe haber sensación de intimidación ni de temor.

Cuando se le presentó el informe, consideró que éste reflejaba muy bien lo que quería. A lo largo del curso su estilo era "clásico": corregir deberes, explicar y mandar tarea. Si

notaba que disminuía el rendimiento de los alumnos, intentaba aumentar el ritmo de la explicación, tratando siempre de que su lección se desarrollase sin interrupciones. No sabía explicar las razones por las que unas clases se desarrollaban bien y otras mal. Además, su orientación hacia la enseñanza parecía dar carácter personal a sus reacciones con los estudiantes.

Para Fred el contraste entre las expectativas de los estudiantes y la realidad, y la incomunicación que se origina, provoca la ausencia de un interés mutuo. Para Janice el medio fue un factor decisivo. Sus intentos de creatividad eran ahogados por las continuas interrupciones.

Estos casos llevan a Cooney a sugerir que cualquier hipótesis que afirme que la naturaleza de lo aprendido en el transcurso de la formación del profesor es sinónimo de lo pretendido en el curriculum, es tan pretencioso como suponer que las Matemáticas aprendidas por los estudiantes son sinónimas de las intenciones de los que diseñaron el curriculum, e incluso de las de los maestros.

Llinares (1989) ha llevado a cabo una investigación, surgida de la intersección de los estudios sobre los procesos de socialización de los estudiantes para maestros de Primaria con los estudios sobre la forma en que las creencias epistemológicas, y el conocimiento de los profesores de la materia que enseñan, caracterizan el proceso de enseñanza.

A través de un estudio de casos, se describe como las creencias sobre la naturaleza de las Matemáticas y su enseñanza condicionan las estrategias de socialización adoptadas durante las prácticas, caracterizando de esta manera algunos aspectos del proceso de llegar a ser un profesor.

Las fuentes de recogida de datos utilizadas fueron la entrevista semiestructurada, el diario de prácticas y las fichas de observación del aprendizaje.

A partir de estos datos se identificaron una serie de variables, y las posibles relaciones entre ellas, que proporcionaron una descripción global de las creencias de los estudiantes para profesor participantes en la investigación, así como su adecuación al período de prácticas.

El análisis de contenido fue el procedimiento utilizado para organizar la información obtenida. Posteriormente, se realizó un análisis conceptual de cada categoría obtenida. Este doble análisis, que combinó procesos inductivos y deductivos, generó una serie de mapas cognitivos que permitieron describir la estructura conceptual del sistema de creencias de los estudiantes para profesores (figura I.8).

Los datos obtenidos de los diferentes análisis realizados a entrevistas, diarios y fichas se integraron para dar forma a la relación práctica-creencias. En cada una de las fases del proceso

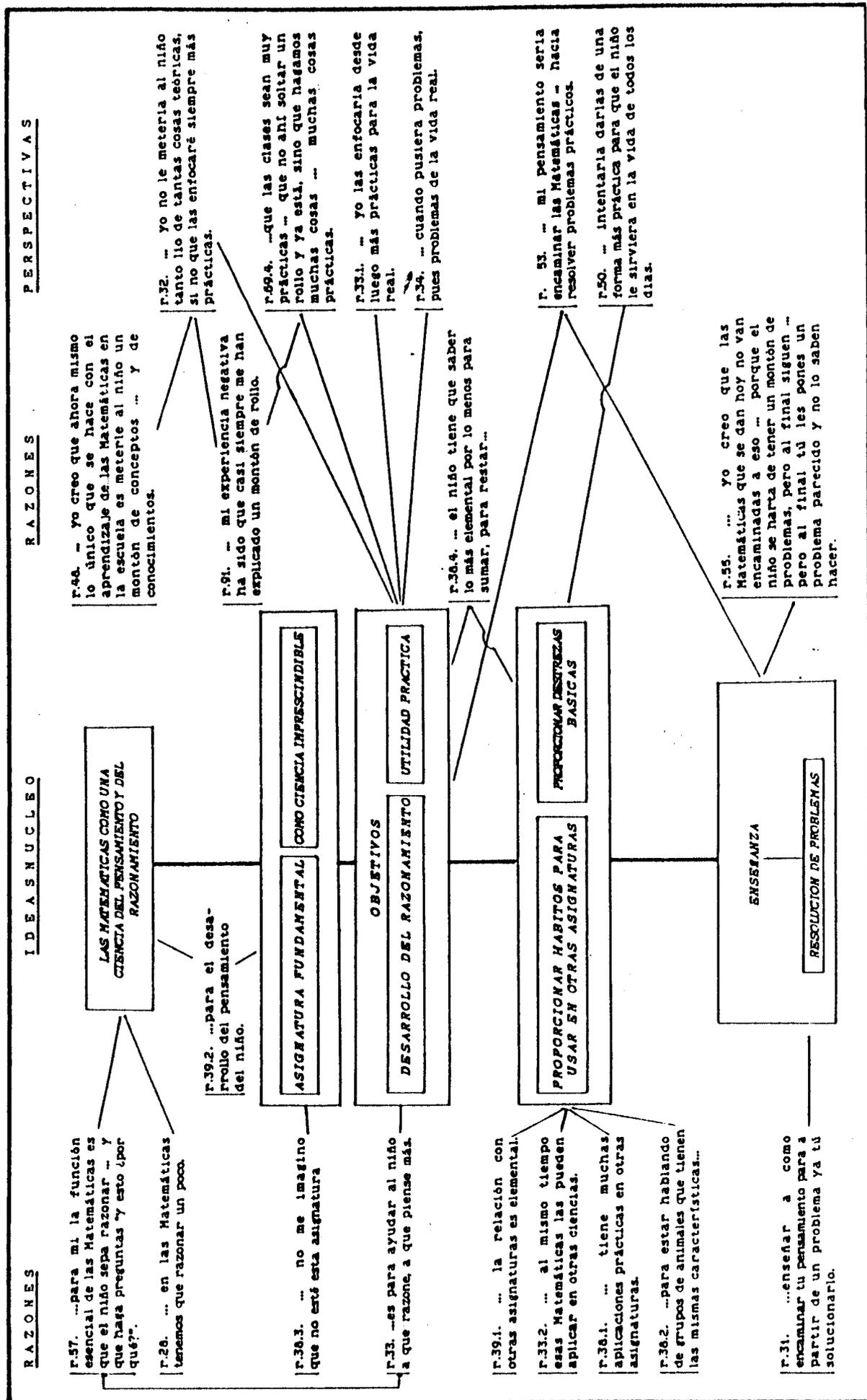


Figura I.8. Ejemplo de mapa cognitivo describiendo la estructura conceptual del sistema de creencias de un estudiante para maestro en relación con la naturaleza de las Matemáticas y su enseñanza. (Llinares, 1989).

se tuvieron en cuenta los significados dados en términos de contextos locales, y la identificación de casos discrepantes.

El proceso llevó a delimitar el contenido de las categorías. La descripción de la estructura conceptual de éstas originó una serie de interpretaciones y reflexiones teóricas que, mediante un proceso de inducción analítico (figura I.9), llevaron a la elaboración de un informe final, en relación a las creencias, interrelación con las prácticas y los dilemas.

Los resultados mostraron cómo la coherencia (o no) entre las características del contexto particular en que se desarrollan las prácticas, y las creencias epistemológicas del estudiante para profesor sobre la naturaleza de las Matemáticas, dan forma a algunos aspectos del proceso de socialización adoptado.

Esta coherencia constituye un elemento que puede ayudar a comprender parte del proceso de socialización del profesor en su período de prácticas.

A lo largo de esta revisión bibliográfica nos hemos referido repetidamente a trabajos realizados por miembros del Centro Nacional para la Investigación sobre la Educación del Maestro, de la Universidad Estatal de Michigan (NCRTE, 1988). En particular, son miembros de este grupo Feiman-Nemser, Floden, Ball, Lampert, Wilson y Zeichner, por señalar algunos de los que más hemos citado. Allí se está desarrollando en la actualidad una agenda de

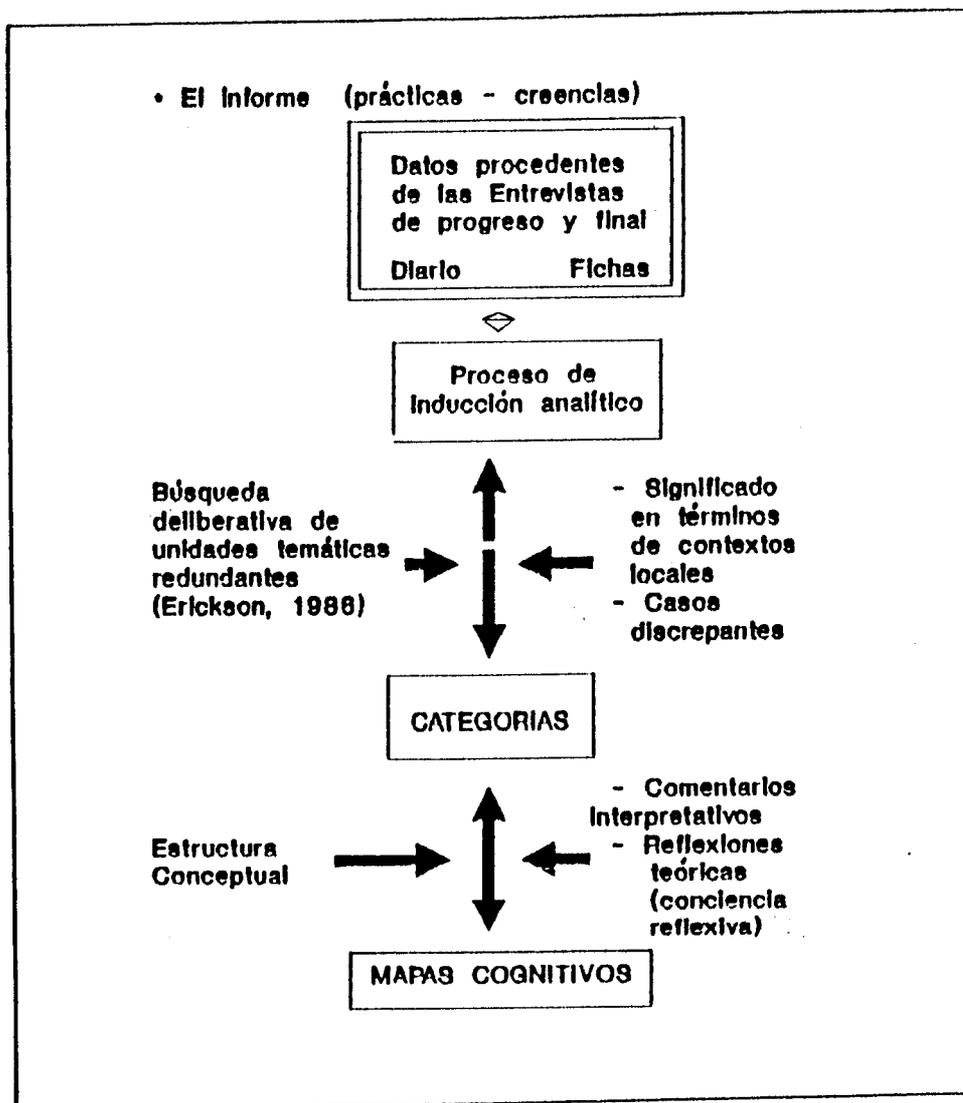


Figura I.9. Esquema del proceso seguido por Llinares (1989) en la integración de la información procedente de los distintos fuentes de obtención de datos.

investigación cuyo objetivo es estudiar el cambio del conocimiento, destrezas y disposiciones de los futuros profesores y profesores como consecuencia de distintos programas de formación y perfeccionamiento del profesorado (Ball y McDiarmid, 1987; McDiarmid y Ball, 1988).

Las investigaciones de dicho grupo se han centrado alrededor de dos materias específicas: las Matemáticas y la Lengua. Las razones para escoger estas dos materias son varias. En primer lugar, son áreas muy distintas que se enseñan desde preescolar hasta la Universidad. En segundo lugar, los alumnos tienen con mucha frecuencia problemas con ellas y, en tercer lugar, las prácticas usuales en las escuelas para enseñar estas materias difieren en gran medida de las sugeridas por la investigación.

Una de las características del programa es que no trata de identificar la "mejor" forma de formar profesores y maestros de Matemáticas, sino que admite la existencia de distintas e incluso contradictorias visiones de lo que es una buena enseñanza de las Matemáticas, tratando de utilizar instrumentos de investigación que no favorezcan una concepción particular,

Hasta la fecha no tenemos noticias de resultados concretos con respecto al cambio de los conocimientos a lo largo del tiempo y en particular de las prácticas, obtenidos dentro de este programa. En cualquier caso, creemos que las investigaciones realizadas por este grupo merecen ser seguidos con atención por

cuantos nos dedicamos a la formación de profesores y, especialmente, aquellos que tratamos con la materia específica Matemáticas.

Wilson, Shulman y Richert (1987) han seguido la evolución y transformación del conocimiento de la materia específica de doce profesores desde sus comienzos. Aunque muestran evidencia de que dicho conocimiento se transforma, no la hay de que el conocimiento sustantivo y estructural que tienen los profesores crezca. Si la ausencia de datos acerca de un posible crecimiento es debida a que no parece tener lugar, o a que los investigadores se centraron en el conocimiento de contenido pedagógico, no está claro (Ball y McDiarmid, 1989).