

APRENDER A ENSEÑAR MATEMÁTICAS: LOS VÍDEOS COMO INSTRUMENTO METODOLÓGICO EN LA FORMACIÓN INICIAL DE PROFESORES

Salvador Llinares Císcar
Victoria Sánchez García
Departamento de Didáctica de las Matemáticas
Facultad de Ciencias de la Educación
Universidad de Sevilla

Resumen

La necesidad de incorporar en los programas de formación de profesores los resultados obtenidos de las investigaciones sobre los procesos de aprendizaje de las nociones matemáticas por parte de los niños, y de los resultados de aquellas que han estudiado los dominios del conocimiento base para la enseñanza es la base de este trabajo. Los instrumentos metodológicos utilizados son una serie de videos didácticos especialmente diseñados, a través de los que se vinculan los resultados teóricos de las investigaciones señaladas con la práctica desarrollada en nuestras clases universitarias.

Abstrac

This paper examines and illustrates how different research results on children's learning and teacher's knowledge can be integrated in mathematics teacher education programs. Specially designed videos are used as methodological instruments.

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, las investigaciones que se ocupan de los procesos de aprendizaje de las nociones matemáticas por parte de los niños, desarrolladas dentro del marco de la psicología cognitiva, han experimentado un importante avance. Sus resultados han permitido elaborar un cuerpo de conoci-

miento sólido, que aporta información sobre aspectos muy diferentes de esos procesos con respecto al propio aprendiz, la forma en que se estructura la información, el papel que desempeñan las representaciones, y la relación entre la tarea y actividad que ésta genera en un contexto sociocultural. Estos diferentes aspectos no son excluyentes entre sí (Llinares, 1994a). Aunque en determina-

dos momentos, en función de las investigaciones realizadas, se haya prestado más atención a alguno de ellos, todos forman parte del proceso de construcción del conocimiento matemático.

Coexistiendo en el tiempo, pero con diferente foco de atención e incluso un cierto alejamiento entre ellas, otras investigaciones han estado estudiado los *dominios* de conocimiento base para la enseñanza y la *forma* que éste adopta (Llinares, 1991a; 1994b). Uno de los dominios de los que se han ocupado esos estudios ha sido el conocimiento del profesor sobre la materia que enseña. Las Matemáticas, como una de las materias centrales en la Enseñanza Primaria, ha sido ampliamente considerada, siendo las diferentes componentes del conocimiento del profesor de Primaria sobre las mismas una de las áreas preferentes en esas investigaciones.

Desde esta perspectiva, se subraya la importancia del *conocimiento del profesor sobre la naturaleza del aprendizaje de las nociones matemáticas del currículum escolar*. Esta importancia proviene del hecho de que el conocimiento del profesor de las características de la forma en que se desarrolla el aprendizaje de las nociones matemáticas concretas, por parte de los niños, le permite fundamentar algunos aspectos de sus decisiones instruccionales. De esta forma la información sobre los procesos mentales, a través de los que los aprendices dotan de significado a las nociones y procedimientos matemáticos, se considera una componente del conocimiento base para la enseñanza del profesor de Primaria.

Teniendo en cuenta lo planteado en párrafos anteriores, parece evidente que los programas de formación de profesores de Primaria deben considerar esa clase de información, desde la *perspectiva del conte-*

nido del programa. Y es precisamente la necesidad de integrar los resultados encontrados en todas estas investigaciones, dentro del marco de los programas de formación de profesores, lo que ha constituido una de las componentes del trabajo que aquí vamos a desarrollar.

Pero pensamos que la inclusión de la información a los contenidos es insuficiente. “conocimiento situado” tanto del estudiante como del profesor. Para el profesor de Primaria como de Secundaria el ejercicio nos lleva a considerar el contenido sobre la naturaleza del aprendizaje de las nociones matemáticas desde la *perspectiva de la metodología del proceso de formación*.

A través de nuestra experiencia como formadores de profesores y como investigadores en el campo de la Educación Matemática, hemos constatado que los conocimientos de los profesores de Primaria para profesores en ejercicio llevan a los programas de formación de profesores unas creencias y concepciones acerca de la naturaleza del aprendizaje de las Matemáticas fruto de su propia experiencia. Esas experiencias, en la mayoría de los casos, proceden de una cultura matemática escolar que, en los nuevos movimientos de reforma en la Educación Matemática pretende superar. Además, particularizar la comprensión de las nociones específicas de la aritmética escolar, sirven como referente al proceso de aprender a enseñar (Llinares, 1991b; Llinares y Sánchez, 1992).

Ahora bien, los cambios en la Educación Matemática deben tener implicación en la formación de profesores. En este contexto, hay que considerar la formación inicial como el período en el que se deben articular los mecanismos necesarios para que los estudiantes para profesores puedan identificar, analizar y modificar, si llegara el caso

concepciones previas, para poder asumir de forma operativa las nuevas aproximaciones a la enseñanza/ aprendizaje.

Una manera de aproximarse al análisis, crítica y modificación, si llegara el caso, de esas concepciones puede ser el uso de vídeos desde diversas perspectivas, que describan procesos de resolución de problemas por parte de los niños. De este modo, *el proceso de aprender a enseñar y el proceso de análisis de la propia actuación* que se pretende desarrollar en esos programas se generará, en parte, vinculado a la naturaleza de este análisis de las concepciones.

Surge entonces la importancia de empezar a dotar a los programas de formación de profesores de Matemáticas de *alternativas metodológicas*, que permitan contextualizar el análisis de las situaciones de enseñanza aprendizaje. Como formadores de profesores conscientes de esta necesidad, desarrollamos una serie de vídeos didácticos en los que se integraron todos los puntos anteriormente mencionados, vinculando los resultados teóricos de las investigaciones señaladas con la práctica desarrollada en nuestras clases universitarias.

2. EL CONTEXTO

Tratando de buscar la forma de integrar todos los aspectos señalados en el apartado anterior, el primer *objetivo* que nos planteamos fue dotar a los programas de formación de profesores (inicial y permanente) de Primaria de material videográfico didáctico en relación a *la naturaleza del aprendizaje de las nociones curriculares matemáticas concretas*. Desde este objetivo general, ese material videográfico didáctico pretendería proporcionar a esos programas unos medios

materiales necesarios para desarrollar diferentes perspectivas:

1) centrada en el contenido, que tendría como objetivo la presentación de información didáctica,

2) centrada en la metodología, que nos permitiese construir contextos que ayudasen al análisis del propio aprendizaje matemático del estudiante para profesor, y a generar habilidades para “observar” y analizar el aprendizaje matemático (qué y cómo) de los niños,

3) centrada en tratar de determinar si se ha integrado la información presentada en esquemas cognitivos que permitan fundamentar decisiones instruccionales, y

4) centrada en proporcionar los medios metodológicos necesarios para constituir entornos de aprendizaje (aprender a enseñar Matemáticas), cuyo objetivo sea iniciar procesos de generación del razonamiento pedagógico contextualizados.

En las secciones posteriores pasaremos a desarrollar los aspectos señalados.

2.1. DE LAS INVESTIGACIONES COGNITIVAS A CONTENIDO EN CURSOS DE FORMACIÓN

Existe un largo camino desde la identificación de un cuerpo de conocimiento teórico, que se supone relevante para el profesor, hasta determinar las características como contenido de un curso de formación, y el empleo de una determinada aproximación metodológica.

El proceso seguido por nosotros en este camino viene descrito en la figura 1, y consta de:

* identificación de un cuerpo de conocimiento científico, a partir de la teoría procedente de las investigaciones cognitivas.

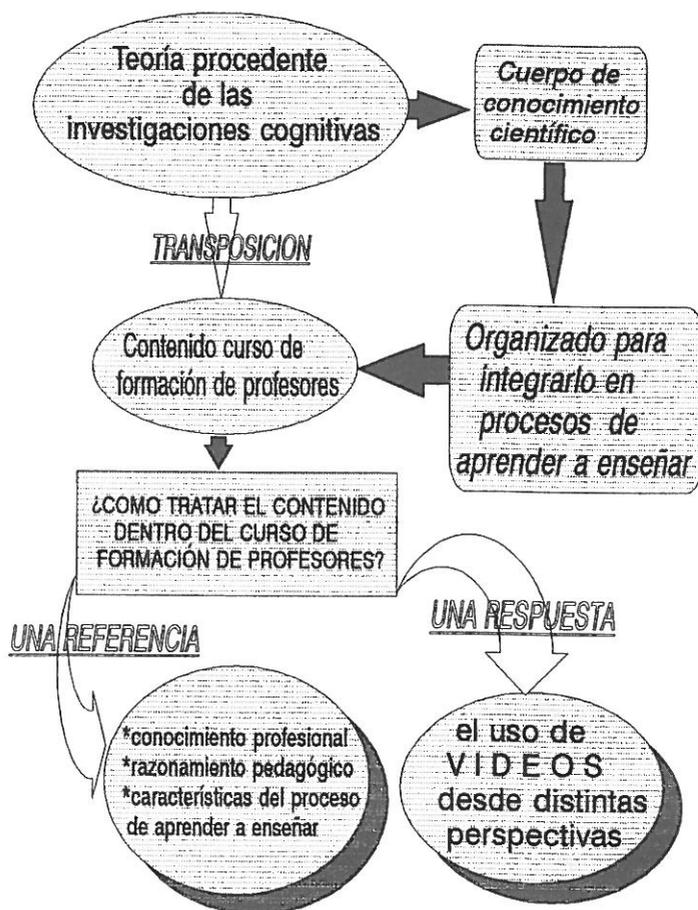


FIGURA 1

* proceso de transposición, como contenido de un curso de formación de profesores de Primaria: organización del contenido del proceso de aprender a enseñar.

A partir de aquí, nos planteamos *cómo podríamos tratar ese contenido dentro de un curso de formación de profesores*. Nuestra respuesta ha sido el diseño, elaboración y uso de vídeos desde diferentes perspectivas, para lo que se toma como referencia lo que podemos saber de

- la naturaleza del conocimiento del profesor
- la naturaleza de los procesos de razonamiento pedagógico
- las características del proceso de aprender a enseñar

A continuación, describiremos cada uno de los pasos de este proceso.

a) El primer paso: De las investigaciones cognitivas a conocimiento científico.

El primer problema que se nos planteó fue tratar de determinar que tipo de información teórica, procedente de las investigaciones cognitivas, debíamos de considerar, como punto de partida del que posteriormente se derivaría un contenido para el curso de formación de profesores (ver figura 1). Buscando una respuesta, en primer lugar realizamos un estudio de las investigaciones llevadas a cabo dentro del campo de la Educación Matemática que, en relación a tópicos matemáticos concretos de Aritmética en el nivel 6-12, aportasen información que mereciese ser incorporada como contenido en los planes de formación, con respecto a tres bloques: idea del número y estructura decimal, resolución de problemas aritméticos elementales y noción de fracción.

La intersección de los estudios que han considerado la psicología cognitiva, las matemáticas y la educación matemática ha dado lugar a una serie de resultados, que constituyen un cuerpo de conocimiento teórico, y que se han recogido en diferentes publicaciones (Lesh y Landau, 1983, Ginsburg, 1983). En ellas se señalan subáreas de la Educación Matemática que han madurado lo suficiente para poder hablar de “teorías construídas” (“theory building” en versión original) mas que de “teorías prestadas” (“theory borrowing” en versión original) (Lesh y Landau, 1983).

Las propias metodologías de investigación empleadas en estos trabajos son coherentes con la forma adoptada por nosotros en la generación de datos. En esas metodologías surge la necesidad de buscar alternativas, que ayuden a describir los cambios que aparecen en los sujetos. Las cuestiones estandarizadas pueden no ser apropiadas si se asume que dos estudiantes pueden interpretar, y resolver, una situación problemáti-

ca en formas muy diferentes. El uso de entrevistas clínicas refleja esta preocupación por la no estandarización, intentándose a partir de ellas obtener descripciones mas completas de las ideas matemáticas y procesos que los niños utilizan para obtener respuestas (Lesh y Landau, 1983).

b) Segundo paso: de conocimiento científico a contenido de curso de formación.

En segundo lugar, se realizó una trasposición que permitiese transformar ese cuerpo de conocimiento teórico, extraído de las investigaciones, en contenido de un curso de formación de profesores de Primaria. Para ello, el contenido se organizó en módulos, correspondientes al análisis de diferentes aspectos relativos a los bloques temáticos considerados en el curriculum de la Enseñanza Primaria (Decreto 105/1992 de 9 de Junio de la Junta de Andalucía).

Así, por ejemplo, en relación a *la naturaleza del número y su representación*, en el Módulo I se consideraron como contenidos básicos:

- * naturaleza del aprendizaje: los niños construyen el significado de las nociones matemáticas a la luz de su conocimiento previo.

- * la comprensión del significado de los números

- contextos, y

- distintas representaciones (oral, escrita, concretos,...) y traslaciones entre ellas.

- * procedimientos de contar. El contar rutinario y el contar racional. Algunas dificultades en el camino de realizar correctamente el proceso de contar.

- la conceptualización de la sucesión numérica:

- . la idea de “siguiente a”

... algunas características de las primeras fases

- niveles de desarrollo de la sucesión numérica.

* las estrategias derivadas de los hechos numéricos (estrategias de pensamiento).

Se procedió en forma análoga con los contenidos básicos de los diferentes módulos hasta completar un total de cinco.

Ahora bien, desde la perspectiva de formadores de profesores, tiene sentido preguntarse no sólo por lo que debe conocer el estudiante para profesor, sino sobre la forma de obtener ese conocimiento y cómo se utiliza. Hay que tener en cuenta que los estudiantes para profesor, cuando entran en el plan de formación, han pasado muchas horas de su vida observando una determinada instrucción y aprendiendo de una determinada manera, tanto en un contexto institucional, la escuela, como fuera de ella.

Estas experiencias previas casi siempre facilitan el que se generen unas concepciones, que pueden ser tanto implícitas como explícitas, sobre los aprendices y el aprendizaje de las Matemáticas, y constituyen, en gran medida, los fundamentos sobre los que se tomarán las decisiones instruccionales (Llinares y otros, 1995). Asumiendo esto, parece claro que la formación de profesores debería influir en el desarrollo de estas concepciones.

La forma en que se puede articular la "influencia" del programa de formación sobre ellas no sólo debe considerarse en relación a la introducción de determinada información (*conocimiento formal base*), proveniente de las investigaciones empíricas sobre el aprendizaje de las nociones matemáticas particulares (naturaleza del aprendizaje, qué y cómo aprenden los niños), ya señaladas en el apartado anterior.

Hay que considerar que la mera "presencia" de una información de esta naturaleza, aunque entre en conflicto con las concepciones previas, puede no tener una influencia sobre éstas.

La observación de nuestros propios colegas en prácticas de enseñanza, o cuando ya son profesores principiantes, nos ha llevado, como formadores de profesores, a que el conocimiento base de los cursos de formación no se ha convertido, en la mayoría de las ocasiones, en "conocimiento práctico", es decir, la simple presentación de la información no tiene por qué ser suficiente para cambiar las concepciones previas sobre el aprendizaje.

Esto nos introduce en un segundo apartado que hay que considerar: la metodología de formación empleada (estrategias y recursos a través de los cuales se proporciona información). Para nosotros, como iniciamos al comienzo de este apartado, se trataba de dar respuesta a la pregunta siguiente: **¿CÓMO TRATAR ESE CONTENIDO DENTRO DEL CURSO DE FORMACIÓN DE PROFESORES?**

El intentar contestar a esta pregunta llevó a profundizar en tres aspectos:

1) Lo que las investigaciones relacionadas con el conocimiento profesional de los profesores están aportando, ya que las características de la labor que deben desarrollar los profesores están condicionadas, entre otras cosas, tanto por los límites impuestos por el propio contexto ecológico de la enseñanza como por las características del conocimiento del profesor.

2) Las características del proceso de aprender a enseñar (Llinares, 1994c).

3) El uso del video en contextos didácticos.

El desarrollo de cada uno de estos aspectos será tratado a continuación.

2.2. CONOCIMIENTO PROFESIONAL Y RAZONAMIENTO PEDAGÓGICO

La necesidad de *comprender* lo que hacen los profesores en las aulas ha llevado a intentar caracterizar el conocimiento que posee el profesor, como uno de los elementos que nos pueden ayudar en esa comprensión. Esto ha conducido a plantearse qué es lo que lleva implícito el término conocimiento del profesor o, lo que es lo mismo, la naturaleza del conocimiento profesional. En Llinares y Sánchez (1990) y Llinares (1991a) hemos analizado en profundidad algunos aspectos que se consideran en la nueva conceptualización del profesor en el proceso de enseñanza-aprendizaje, y en Sánchez (1990) realizado una revisión de las aportaciones más destacadas, así que aquí trataremos de mencionar aquellas ideas relevantes para contextualizar este trabajo.

La idea que subyace en el término conocimiento práctico radica, en parte, en el hecho de que los profesores pueden poseer un conjunto de “argumentos” (ideas, razones) que orientan y caracterizan su práctica. Aunque parte de las acciones desarrolladas en las aulas pueden tener origen en la improvisación, como consecuencia de la propia dinámica escolar, otras conductas, rutinas, patrones de actividad, etc., pueden haberse generado integrando la formación teórica con las experiencias anteriores.

Anteriormente habíamos señalado que este conocimiento del profesor se generaba a través de la interacción entre la formación teórica previa y la experiencia práctica, es decir, se apoyaba en el conocimiento de la materia que enseña y en los conocimientos

teóricos psicopedagógicos y de organización que posea. Propuestas como la de Peterson (1988) intentan mostrar cómo interviene el conocimiento del profesor de los procesos por los cuales los niños adquieren determinadas nociones matemáticas (conocimiento cognitivo) en la caracterización de la enseñanza de dichas nociones.

Una de las componentes del conocimiento de contenido pedagógico pretende entonces describir la *comprensión del profesor de cómo los niños aprenden Matemáticas*. En este planteamiento subyace la idea de que el conocimiento del profesor de las características de los procesos de aprendizaje de tópicos concretos y de la resolución de problemas por parte de los niños puede influir en su instrucción, configurándola de una manera específica, es decir, que esta clase de conocimiento por parte del profesor puede determinar de alguna forma lo que los profesores hacen o piensan al desarrollar sus clases (enseñanza de las Matemáticas).

Si los profesores conocen los resultados de las investigaciones básicas sobre la forma en que los niños aprenden determinados tópicos, por ejemplo, las estrategias que los niños utilizan para resolver los problemas de sumar y restar y su relación con la clasificación de dichos problemas, o los atributos que configuran el aprendizaje de las ideas relacionadas con el concepto inicial de fracción y las estrategias más usuales a través de las que los niños manejan estas nociones, entonces poseerán lo que Peterson (1988) denomina *conocimiento cognitivo relativo al aprendizaje específico del contenido* (content-specific cognitional knowledge for classroom learning en la versión original).

Por otro lado, si al tener acceso a este tipo de conocimiento el profesor es capaz de

modificar su instrucción y adaptarla a una que sea coherente con él, lo que supondría por ejemplo:

- colocar el énfasis desde el principio de la enseñanza de la suma y la resta en la resolución de problemas y en el conocimiento informal que poseen los niños, o

- centrar su trabajo en la introducción de la idea de fracción considerando el papel desempeñado por las diferentes representaciones y las traslaciones entre ellas, podemos considerar que el profesor posee un *conocimiento relativo a la enseñanza específico del contenido*. La conciencia del profesor de poseer este conocimiento, y reflexionar sobre él, es lo que le permitirá aprender en el desarrollo de su propio trabajo (*conocimiento metacognitivo*).

2.3. LAS CARACTERÍSTICAS DEL PROCESO DE APRENDER A ENSEÑAR

Son muchas las variables, contextos y condicionantes que se pueden considerar en el proceso de aprender a enseñar Matemáticas. Entre ellas, podemos identificar inicialmente dos temas, que plantean un vivo debate en formadores de profesores e investigadores en Educación Matemática. El primer tema estaría relacionado con el conocimiento y destrezas que los profesores de Matemáticas deben poseer para enseñar Matemáticas de manera efectiva. El segundo, con la forma en que los estudiantes para profesor, y los profesores en ejercicio, contruyen esos nuevos conocimientos y destrezas.

El análisis de esas variables y contextos, que pueden llegar a caracterizar el proceso de aprender a enseñar y el desarrollo profesional del profesor, constituye en los momentos actuales una de las grandes cues-

tiones relativas al aprendizaje del profesor de Matemáticas y, por nuestra parte, el motivo de diferentes trabajos y reflexiones (Llinares, 1994d, 1994e).

Consideramos el *aprender a enseñar* como un proceso de aprendizaje contextualizado. En este sentido, se ha empezado a señalar que la actividad en la que el conocimiento se desarrolla forma parte integral de lo que es aprendido (Brown, Collins y Duguid, 1989; Greeno, 1991; Leirer, 1988). Desde esta perspectiva, el conocimiento es situado y producto de la actividad, el contexto y la cultura en que se desarrolla y emplea, además de ser generado socialmente, a través de un proceso de interacción social. Para estos autores, los conceptos utilizados por las personas evolucionan continuamente en cada nueva ocasión en la que son empleados. Se considera entonces el aprendizaje como un proceso continuo, como consecuencia de realidades en determinadas situaciones.

Esta nueva forma de conceptualizar el proceso de aprendizaje destaca tres aspectos importantes:

- i) el aprendizaje ocurre a través de procesos activos en un contexto y con una actividad, y no asimilando de forma mecánica principios teóricos y generales.

- ii) los estudiantes para profesor dotan significado a la actividad que están desarrollando en un contexto particular, tomando como referencia su conocimiento y experiencias previas, por lo que la misma actividad contextualizada no tiene por qué significar lo mismo, ni producir el mismo tipo de aprendizaje, en todos ellos. Así, el *conocimiento/creencias previas* de los estudiantes para profesor, y la *actividad en la que se comprometen* durante su proceso de aprender a enseñar, se constituyen en referencias

caracterizadoras de dicho aprendizaje (Kennedy, 1991).

iii) debe contemplarse la posibilidad de que los estudiantes para profesor puedan modificar, ampliar, “pulir” los conceptos, como consecuencia de utilizarlos en el desarrollo de las actividades contextualizadas.

Desde la perspectiva de aprender a enseñar Matemáticas, al considerar al estudiante para profesor como aprendiz, hay que tener muy en cuenta la cultura escolar de la que procede. El desafío que se plantea es que se aspira a un *cambio en la cultura matemática escolar* y, como consecuencia, en el *tipo de actividades que se desarrollan en las aulas*. El nuevo conocimiento que el profesor debe llegar a poseer, y utilizar en las nuevas situaciones, sólo se puede adquirir *en actividad, dentro de un contexto, y considerando una nueva cultura escolar*, asumiendo que el significado adscrito a las situaciones se construye socialmente.

Se fundamenta entonces la necesidad de organizar las complejas relaciones que se establecen entre los diferentes dominios de conocimiento a través de una serie de actividades que nosotros hemos denominado *prácticas intermedias* (entornos de aprendizaje) (Llinares, Sánchez y Císcar, 1987). La elección del conocimiento conceptual, sobre el que se articula el entorno de aprendizaje, permite generar una serie de posibles alternativas metodológicas (*diferentes itinerarios de formación*). Es decir, identificado un dominio de conocimiento (p.e., los diferentes problemas aritméticos elementales de estructura aditiva y los procedimientos que los niños utilizan para resolverlos, etc.), se identifican una serie de tareas como pueden ser análisis de textos, entrevistas clínicas, diseño de unidades de enseñanza, estudio de casos, visionado y análisis de vídeos centrados en la interacción niño-tarea, etc.

De esta manera, se pretende que el conocimiento conceptual se aprenda en “relación” a su uso en una variedad de contextos. Es lo que Collins, Brown y Newman (1989) denominan “aprehendizaje cognitivo” (cognitive apprenticeship), refiriéndose al aprendizaje (a través de la actividad guiada) de destrezas y procesos cognitivos y metacognitivos. Como consecuencia, es necesario que durante el proceso de aprendizaje se hagan explícitos los procesos cognitivos internos que guían al estudiante para profesor. Esto implica que los métodos de enseñanza deban apoyarse en el trabajo cooperativo, la reflexión - comparación - análisis, y la verbalización de los procesos cognitivos que se generen al tener que realizar las actividades.

2.4. LOS VÍDEOS COMO INSTRUMENTO DIDÁCTICO

El vídeo ha sido un recurso tecnológico de gran difusión en la formación del profesorado. Como señala Cabero (1988), podríamos considerarlo como uno de los instrumentos “tradicionales” en relación a la formación, perfeccionamiento y evaluación de dicho profesorado. Considerado como una tecnología que recoge la información, la almacena y permite su reproducción, características a tener en cuenta en todo proceso de enseñanza aprendizaje, en ella se pueden considerar tres elementos: interactividad con el usuario, los sistemas de símbolos que utiliza y el mensaje que pretende transmitir (Cebrián, 1994).

Si nos fijamos en primer lugar en cada una de esas características anteriormente mencionadas podríamos, por separado, encontrarlas en medios muy diferentes. La recogida y almacenamiento de información,

y su posterior reproducción, son algo común en gran cantidad de documentales y reportajes, recogidos en vídeo y utilizados tanto en las aulas como en las diferentes cadenas de televisión. Podríamos entonces plantearnos qué diferencia un vídeo didáctico de un documento televisivo, por muy elaborado que este se presente. Para Cebrián (1994), el vídeo didáctico no sólo debe procurar el desarrollo cognitivo y afectivo de los estudiantes, sino que además debe hacerlos conscientes de los modos por los que se apropian del conocimiento, y de los valores intrínsecos que estos modos albergan.

Así, mientras que el objetivo de un vídeo en televisión y otros medios audiovisuales podría ser simplemente informativo, en educación matemática, además de esto, se pretende que los estudiantes adquieran unos determinados conocimientos y actitudes que trasciendan más allá de la mera información, constituyendo este aspecto un elemento diferenciador, que debe ser tenido en cuenta en su proceso de diseño y producción.

Resumiendo, podríamos considerar que un vídeo didáctico está "diseñado, producido, experimentado y evaluado para ser insertado en un proceso concreto de enseñanza/aprendizaje de forma creativa y dinámica" (Cebrián, 1994, p.34). En este sentido, el papel del vídeo en contextos didácticos en el programa de formación puede jugar un importante papel.

Últimamente se está utilizando el vídeo como recurso que ayude a potenciar la reflexión, a través de estudio de casos anteriormente mencionado. Los casos escritos pueden tener un apoyo audiovisual, siendo el vídeo un apoyo en la presentación. Así, cabe destacar los trabajos realizados en el National Center for Research on Teacher

Education, que utilizan un conjunto de medios como vídeos, audio, texto (hipermedia) para presentar situaciones de enseñanza (Marcelo, 1991). Precisamente la incorporación de los vídeos en el estudio forma parte de este trabajo, como indicaremos en apartados posteriores.

3. EL PROCESO

La necesidad percibida como forma de profesores de tener materiales educativos que nos permitiesen desarrollar los objetivos señalados en apartados anteriores dio lugar a la oportunidad de materializarse a través de un concurso convocado por el Instituto de Ciencias de la Educación de la Universidad de Sevilla para producir vídeos didácticos. El contar con una infraestructura de especialistas en grabación y montaje simplificaba notablemente el trabajo, ya que suponía una calidad técnica que, por nuestra parte, no habiésemos podido lograr. Esto nos animó a presentar en la convocatoria un proyecto de guión gráfico didáctico, que fue seleccionado. A partir de aquí, pasamos a elaborar el contenido del proyecto videográfico concreto.

Basándonos en los resultados de las investigaciones teóricas en relación con los procesos cognitivos de los niños de 8 años, ya mencionadas en el apartado anterior, el siguiente paso fue la elaboración del guión de entrevista, en el que se concretaron los resultados de las investigaciones. El diseño adoptó la forma de entrevista semiestructurada, en la que se intentaba que las preguntas estuviesen planteadas de una forma que aportasen la mayor cantidad de información posible, y admitiesen la posibilidad de una modificación. El guión

entrevista se planteó en principio en tres partes:

a) la primera estaba centrada en las estrategias de contar y en la estructura de nuestro sistema de numeración,

b) la segunda se desarrollaba en un contexto de resolución de problemas aritméticos elementales, presentados de forma oral,

c) en la tercera parte de la entrevista, el centro de interés estaba en los procesos de aprendizaje generados al considerar las relaciones entre tareas con fracciones y modos de representación.

Una vez finalizado el guión, el paso siguiente fue seleccionar los niños que nos iban a ayudar en nuestro proyecto. Se trataba de interferir lo menos posible en la marcha del curso, por lo que pensamos que la Escuela Aneja, que estaba situada junto a la Facultad de Ciencias de la Educación era la que, por su proximidad, hacía más fácil el desarrollo de las sesiones. Se expuso el proyecto al Director, y tanto los profesores del Centro como alumnos se prestaron a colaborar (colaboración sin la que este trabajo no se hubiese podido llevar a cabo). Durante una semana completa, en horario de 9 a 1, se realizaron las grabaciones. Efectuadas éstas, el paso siguiente era analizar esos videos y ver que tipo de información se iba a extraer.

En primer lugar, se procedió a un cuidadoso visionado de los videos que constituían el material en bruto, anotándose aquellos aspectos que merecía la pena destacar en el video correspondiente a cada niño individual. A partir de ahí, se elaboraron unas *matrices de análisis* que contemplaban dos dimensiones: en el eje horizontal, el nombre de cada uno de los niños y la identificación de la película en que se encontraba el aspecto seleccionado, y en el vertical, el tipo de tarea que había realizado. En cada celdilla

de la matriz se colocaron los aspectos relevantes surgidos del análisis del proceso de resolución empleado por el niño y del resultado obtenido. Al completarse todas y cada una de las celdillas, las matrices de análisis pasaron a ser unas *matrices de almacenado de información*.

Posteriormente, se elaboró un *guión del vídeo*, en el que se consideraron tanto la información que se requería en cada vídeo como la forma en que se debía organizar. Para elaborar este guión se tuvo en cuenta la naturaleza de la información obtenida en el análisis de las entrevistas y los objetivos que nos habíamos propuesto al iniciar el proyecto. Una vez adoptadas las decisiones sobre qué contenido se incluía y qué organización debíamos adoptar en los vídeos correspondientes, pasamos a nivel técnico.

Para montar el *guión del vídeo*, se construyeron unas *matrices de montaje*. Dentro de cada una de ellas, atendiendo a las dos variables aspecto a destacar/plano elegido, se seleccionaron una serie de tomas, marcando los cuadros correspondientes en la matriz. Una vez obtenidas las matrices de montaje, y marcadas en ellas las tomas, el paso siguiente fue determinar el contenido y organización del vídeo. A partir de este momento, se tuvo que decidir *qué* información de la obtenida debería incluirse en el vídeo y en que orden (contenido y organización). Nuestra experiencia como formadores de profesores de Primaria, y el contexto donde pensábamos se iban a utilizar los materiales producidos nos ayudaron en esta tarea. Para ello, las tomas seleccionadas se numeraron, correspondiendo a los distintos planos un orden en función del lugar que iban a ocupar en el vídeo.

Por otro lado, se elaboró un *texto de grabación* en el que se recogía en forma escrita

el texto que se quería incluir verbalmente, junto con la anotación de la imagen que iba a acompañar a este texto. Esta información se recogió en unas tablas de tres columnas: en la primera de ellas, se situaba el texto que debía ser leído. En la segunda, el plano, o el dibujo o gráfico, que se quería situar, y en la tercera las observaciones referentes a la sobreimpresión, si el texto era en off sobre cuadro, si había que realizar una determinada animación, etc.

Preparado el guión del vídeo, se procedió al montaje. Para ello, en las dependencias del Servicio de Medios Audiovisuales y Tecnología Educativa de la Universidad de Sevilla se intercaló el texto con las imágenes correspondientes. El resultado final del trabajo fueron la serie de vídeos "Elementos del Conocimiento Base para la Enseñanza de las Matemáticas. Conocimiento sobre el aprendizaje y los aprendices. Contenido Aritmética. Nivel Enseñanza Primaria", colección formada por 7 vídeos en total.

4. PLANTEANDO UNA PROPUESTA DE INNOVACIÓN EDUCATIVA EN FORMACIÓN DE PROFESORES

Una vez desarrollados todos y cada uno de los apartados anteriores, se trataba de integrarlos de forma que constituyesen un todo global, concretado en una propuesta de innovación. Un principio básico, que debe guiar toda reflexión sobre los métodos y estrategias empleados por los formadores de profesores de Matemáticas, es establecer contextos y cauces apropiados que permitan organizar las complejas relaciones que se generan entre los diferentes dominios de conocimiento.

Como ya hemos señalado en apartados anteriores (apartado 2.3), en nuestro caso

concreto, una forma de fundamentar y concretar esas relaciones era a través de una serie de actividades que denominábamos *prácticas intermedias*. En ellas, nuestra alternativa metodológica la ha constituido la utilización de los vídeos cuyo diseño y elaboración hemos ido presentando.

En nuestra propuesta, dichos vídeos tienen atraer la atención de los estudiantes para profesor hacia aspectos que, normalmente, suelen pasar desapercibidos para ellos, o no les dan importancia. Cuando ve un vídeo, se les pide que tomen nota del correspondiente guión, y escriban las preguntas que les sugiera. Posteriormente, en pequeños grupos, centrados en las cuestiones que surgen del visionado del vídeo, exponen de manifiesto sus ideas previas sobre el aprendizaje, las Matemáticas, etc. La incorporación de la información teórica procedente de otros documentos y lecturas proporcionados o del propio vídeo, a los argumentos utilizados permite empezar a integrar y ampliar información de diferentes aspectos y contenidos, cambiar conceptos o afianzarse en ellos, comparar significados dados a las nociones teóricas, etc.

Guiados por lo planteado inicialmente entre las diferentes tareas en las que se pretendía generar la vinculación conocimiento/actividad, la versatilidad del uso de vídeos diseñados en nuestro programa de formación se ha puesto de manifiesto en relación a diferentes puntos que habían sido considerados:

a) como medio de proporcionar información,

b) como instrumento que permite el visionado y análisis de la interacción en la tarea, permitiendo contextualizar las sesiones de análisis y discusión,

- c) como apoyo al diseño, realización y análisis de entrevistas clínicas, y
- d) como recurso en el estudio de casos.

a) Los vídeos como medio de proporcionar información.

El análisis del conocimiento del profesor nos ha dado información sobre diferentes dominios del conocimiento útil en las situaciones de enseñanza. Por otra parte, las investigaciones básicas sobre el aprendizaje han empezado a aportar información, que podemos considerar conocimiento científico, que está empezando a ser considerada conocimiento base para la enseñanza.

Desde estas referencias, los vídeos son utilizados como una forma de proporcionar una determinada información, que consideramos conocimiento científico que los profesores deben poseer. Sin embargo, la potencialidad del vídeo como instrumento metodológico, y la forma en la que hemos organizado la información en los respectivos vídeos de la serie, posibilita que la presentación de información a través de los diferentes vídeos tenga una estructura diferente de la mera lectura de documentos. La interacción que permite un determinado uso de dichos vídeos facilita la detención, y visionado múltiple, de determinados segmentos. Esto ayuda a crear un contexto en el que poder explicitar los procesos cognitivos a través de los que se está dotando de significado a la información proporcionada.

En contextos de aprender a enseñar Matemáticas, debemos ser conscientes de que tan importante es la elección del conocimiento teórico, seleccionado como contenido del programa, como la forma en que son considerados, e incorporados al propio proceso metodológico de formación, los mecanismos adecuados que permitan la

explicitación de los procesos anteriormente mencionados.

b) Los vídeos como instrumento que permite el visionado y análisis de la interacción niño-tarea, permitiendo contextualizar las sesiones de análisis y discusión.

El contenido concreto de los vídeos permite acotar, en cierta medida, aspectos que podemos considerar como parte integrante del conocimiento base para la enseñanza. El análisis de la construcción del conocimiento a través de la relación tarea matemática escolar/actividad generada por parte de los niños como proceso de resolución es uno de los aspectos más importantes en los programas de formación de profesores de Primaria. Los vídeos que hemos diseñado pretenden dar respuesta a la situación que se ha creado al reconocer la importancia de esta parte del conocimiento base del profesor.

Así, la relación entre:

- la presentación de las situaciones en cada uno de los segmentos de que constan los vídeos (el segmento de vídeo mostrando los procesos de resolución de la tarea escolar por parte del niño), junto con
 - la información teórica proporcionada a través de esquemas, y la voz en off antes y después de cada segmento,
- permiten construir un contexto en el cual los estudiantes para profesor pueden llegar a integrar la información teórica (conocimiento científico) en los procesos de generar su propio conocimiento práctico personal. Además, posibilitan la generación de interrelaciones entre un determinado conocimiento científico y situaciones reales que le dotan de significado.

La generación de cuestiones, discusión en pequeños grupos y debates en gran grupo realizados por los estudiantes para profesor son los medios instruccionales que el uso de los vídeos pone en funcionamiento para articular los procesos de aprender a enseñar Matemáticas. Desde estos contextos es como entendemos la perspectiva teórica de considerar el aprendizaje desde la concepción del conocimiento como "situado" ("situated knowledge" en versión original) (Llinares, 1994d).

c) Los vídeos como apoyo al diseño, realización y análisis de entrevistas clínicas.

El diseño, realización y análisis de entrevistas clínicas es una de las tareas, en los programas de formación, que permiten contextualizar los procesos de aprendizaje de los estudiantes para profesor. Las entrevistas sirven para un amplio rango de propósitos. El objetivo principal es indagar sobre la naturaleza y características del proceso de generación del conocimiento, producido a través de la relación entre la tarea matemática a realizar por el niño y la actividad vinculada a la realización de esa tarea.

Los vídeos contruídos, al tener el formato de entrevista clínicas, son la antesala del trabajo de campo a realizar por el estudiante para profesor con dichas entrevistas. El trabajo previo, según hemos descrito en el apartado anterior, determina un contexto en el cual la tarea de diseñar, realizar y analizar entrevistas clínicas tiene un referente cognitivo. Es decir, el trabajo con los vídeos, anterior a la realización de las tareas con las entrevistas clínicas, posibilita generar "anclajes cognitivos" a través de los que dotar de significado a esta nueva tarea.

En este sentido, las referencias p realización de entrevistas clínicas p cionadas con el trabajo de los vídeos, han sido diseñados, articulan un proce retroalimentación ("feed-back"), que p mos caracteriza los procesos interpre que forman parte de aprender a enseñar tareas que deben articular los proces razonamiento pedagógico del futuro p sor como:

- la observación del proceso de ap zaje de los niños ante una determinada matemática,

- la apreciación de los procesos de trucción de significados realizados p niños, junto con

- la identificación de dificultades y res en el aprendizaje, son consideradas en la propuesta de im ción, a través de la relación dialéctica el uso de los vídeos y la realización entrevistas clínicas como tareas instru nales en el programa de formación.

d) Los vídeos como recurso en el es de casos

El planteamiento de un caso (situac problema) para su análisis y estudio, g rando preguntas y necesidades de n información, permite explicitar la com sión y creencias previas, además de ide car la información relevante vinculada a situación problemática, proceso de ana de los casos y lugar que ocupa la info ción teórica en ese proceso, etc. En e trabajos (Llinares, 1994c) hemos hech descripción detallada del uso del estudi casos como una aproximación comple raria a la formación de profesores utiliz para esta descripción casos contruíd partir de los vídeos. En estas propuestas vídeos son el apoyo material sobre el qu

organiza la estrategia de formación que utiliza los casos como alternativa metodológica.

El marco de referencia teórico que utilizamos para caracterizar el proceso de aprendizaje del estudiante para profesor, en las situaciones en las que los vídeos se consideran como recurso en el estudio de casos, ha sido desarrollado en Llinares (1994d), y constituye la fundamentación conceptual de nuestra propuesta de innovación educativa en formación de profesores apoyada en el uso de los vídeos cuyo diseño, y elaboración, hemos descrito en los apartados anteriores.

5. ALGUNAS NOTAS FINALES

Somos conscientes de que queda un largo camino por recorrer, en nuestro objetivo de dotar a los planes de formación de instrumentos metodológicos, coherentes con las propuestas que se pueden inferir de los planteamientos iniciales. En ese sentido, entre nuestros proyectos de futuro, está el diseño de vídeos que, en contextos de enseñanza, permitan el análisis de la situación didáctica en el aula. Con el trabajo aquí presentado hemos pretendido contribuir al esfuerzo colectivo de mejora en la formación inicial de profesores en relación a las Matemáticas.

REFERENCIAS

- BROWN, J.S., COLLINS, A. y DUGUID, P. (1989). Situated Cognition and the Culture of Learning. *Educational Researcher*, January-February, 32-42
- CABERO, J. (1989). *Tecnología educativa: Utilización didáctica del video*. Barcelona, PPU.
- CEBRIÁN, M. (1994). Los vídeos didácticos: Claves para su producción y evaluación. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*. Secretariado de Recursos y Nuevas Tecnologías, Universidad de Sevilla.
- COLLINS, A., BROWN, J.S. y NEWMAN, S. (1989). Cognitive Apprenticeship: Teaching the Crafts of reading, Writing and Mathematics, en RESNICK, L.B. (ed) *Knowing, Learning and Instruction. Essays in Honor of Robert Glaser*. Hillsdale, NJ, Lawrence Erlbaum Pb.
- GINSBURG, H.P. (Edt) (1983). *The Development of Mathematical Thinking*. New York, Academic Press.
- GREENO, J.G. (1991). Number Sense as Situates Knowing in a Conceptual Domain. *Journal for Research in Mathematics Education*, 22(3), 170-218.
- KENNEDY, M.M. (1991). *An Agenda for Research on Teacher Learning*. NCTRL MCPTQ Special Report, Spring.
- LEINHARDT, G. (1988). Situated Knowledge and Expertise in Teaching, en CALDERHEAD, J. (ed) *Teachers' Professional Learning*. London, Falmer Press.
- LESH, R. and LANDAU, M. (1983) (eds.). *Acquisition of Mathematics Concepts and processes*. Academic Press, London
- LLINARES, S. (1991a). *La Formación de profesores de Matemáticas*. GID, Sevilla.
- LLINARES, S. (1991b). La naturaleza de la comprensión de las nociones matemáticas curriculares: Variables en la formación de profesores de Matemáticas, en MARCELO, C. y otros (eds) *El estudio de caso en la formación del profesorado y en la investigación didáctica*. Sevilla, Servicio de Publicaciones de la Universidad.
- LLINARES, S. (1994a). Los aprendices y las Matemáticas: el proceso de aprendizaje matemático, en SANTALÓ, L.A. y otros (eds) *La enseñanza de las Matemáticas en la Educación Intermedia*. Madrid, Rialp.
- LLINARES, S. (1994b). El profesor de Matemáticas. Conocimiento base para la enseñanza y desarrollo profesional en SANTALÓ, L.A. y otros (eds) *La enseñanza de*

- las Matemáticas en la Educación Intermedia*. Madrid, Rialp.
- LLINARES, S. (1994c). El estudio de casos como una aproximación metodológica al proceso de enseñar Matemáticas. *Conferencia pronunciada en las VI JAEM*. Badajoz.
- LLINARES, S. (1994d). Learning to Teach Mathematics. A point of view about learning to teach mathematics from a conceptualization of mathematics teacher knowledge as situated knowledge. *Conference presented at Mathematikdidaktisches Kolloquium, Institut für Didaktik der Mathematik*, Universität Dortmund, June.
- LLINARES, S. (1994e). The Development of Prospective Elementary Teachers' Pedagogical Knowledge and Reasoning. The School Mathematical Culture as Reference, en MALARA, N. y RICO, L. (eds) *Proceedings of the First Italian-Spanish Research Symposium in Mathematics Education*. Dipartimento di Matematica, Università di Modena, Italy.
- LLINARES, S. y SÁNCHEZ, V. (1990). EL conocimiento profesional del profesor y la enseñanza de las Matemáticas, en LLINARES, S. y SÁNCHEZ, V. (eds) *Teoría y práctica en Educación Matemática*. Sevilla, Alfar.
- LLINARES, S. y SÁNCHEZ, V. (1991). The knowledge about unity in fractions tasks of prospective elementary teachers. *Proceedings XV International Conference on Mathematics Education, Assisi, Italy*.
- LLINARES, S., SÁNCHEZ, V. y CÍSCAR, S. (1987). Una aproximación cognitiva a la formación de los profesores de Matemática en los primeros niveles. *Monteolivete*, 37-40.
- LLINARES, S., SÁNCHEZ, V. GARCÍA, V. y ESCUDERO, I. (1995). Creencias y actitudes de los futuros profesores de Matemáticas: Una relación entre la Reforma y la cultura matemática escolar, en VILLAR, L.M. y CABERLO, J. (coord) *Aspectos críticos de una Reforma Educativa*. Universidad de Sevilla, Servicio de Publicaciones, 149-166.
- MARCELO, C. (1991). El vídeo como recurso en el estudio de casos. *Anaya. Apuntes de Educación*, nº 41, abril-junio.
- PETERSON, P.L. (1988). Teachers' and students' Cognitive Knowledge about Classroom Teaching and Learning. *Journal of Educational Research*, June/July, 5-4.
- SÁNCHEZ, V. (1990). *Conocimiento y formación en profesores de Matemática Primaria*. GID, Sevilla
- SÁNCHEZ, V. y LLINARES, S. (1991). Prospective Elementary Teachers' Pedagogical Content Knowledge about equivalent fractions. *Proceedings XVI International Conference PME*. Durham, New Hampshire