

# UNA EXPERIENCIA DE FORMACIÓN MATEMÁTICA DE MAESTROS USANDO RECURSOS INFORMÁTICOS<sup>1</sup>

## AN EXPERIENCE IN THE MATHEMATICAL EDUCATION OF TEACHERS USING COMPUTER BASED TOOLS

Juan D. GODINO, José Luis LUPIÁÑEZ, Francisco RUIZ LÓPEZ,  
Isidoro SEGOVIA ALEX, Rafael ROA GUZMÁN y Juan Luis PAREJA PÉREZ  
Universidad de Granada. España

Dirección postal del autor: Facultad de Ciencias de la Educación.

Campus Universitario de Cartuja, 18071 Granada

Fecha de finalización del trabajo: enero de 2007

Fecha de recepción por la revista: mayo de 2007

Fecha de aceptación: mayo de 2007

C.D.U.: 371-12-113-051

BIBLID [ISSN: 0214-0484. *Rev. Educ. Univ. Gr.* (2007). Vol. 20:1, págs. 77-89].

### RESUMEN

En este trabajo describimos el diseño e implementación de un módulo de clases prácticas en el aula de informática, que se ha llevado a cabo en el programa de formación inicial de maestros de educación primaria en el área de matemáticas de la Universidad de Granada. Analizamos la organización de las sesiones prácticas y el tipo de actividades basadas en la exploración y análisis de una colección de “applets” sobre aritmética, geometría, medida y estadística. Presentamos también algunos resultados de la experiencia y unas primeras conclusiones sobre las cuestiones de investigación que plantea la incorporación de las nuevas tecnologías en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas cuando se realiza en este tipo de escenarios presenciales.

*Palabras clave:*

*Enseñanza de las matemáticas, futuros profesores, ordenadores, applets, aprendizaje activo, cuestiones de investigación.*

### ABSTRACT

In this paper the design and implementation of a set of practices in the computer lab, which are part of the initial training program of future primary school teachers in the area of mathematics at the University of Granada, is describe. The planning of the practice sessions and the type of activities, based on the exploration and analysis of a

1. Versión ampliada del trabajo, “*An experience of training primary school teachers in mathematics education using new technologies*”, presentado como poster en el ICME 10 (Dinamarca, 2004).

set of applets about arithmetic, geometry, measurement and statistics, are analysed. Some results of the experience and conclusions about the research issues posed by the use of new technologies in teaching and learning of mathematics, carried out in these setting, are also described.

*Key words:*

*Teaching mathematics, prospective teachers, computers, applets, active learning, research issues.*

## SUMARIO

0. Contexto de la experiencia. 1. Objetivos de la experiencia. 2. Método. 2.1. Organización de las sesiones de clase. 2.2. Población y muestra. 2.3. Instrumentos de recogida de datos. 3. Un ejemplo de actividad: Estudio de las transformaciones geométricas. 4. Análisis de algunas respuestas de los futuros maestros. 5. Reflexiones finales e implicaciones.

### 1. CONTEXTO DE LA INVESTIGACIÓN

El uso de ordenadores y de las redes informáticas por los estudiantes de magisterio debe ser sin duda un objetivo esencial en los planes de formación de las distintas materias impartidas en las Facultades de Educación, y en particular en las asignaturas del área de Didáctica de la Matemática. Esto es así dado el impacto que el uso de estos recursos está teniendo en la sociedad actual, lo que está llevando a las administraciones educativas a promover el uso de los mismos desde los primeros niveles de educación primaria. Así, en el Decreto de Educación Primaria del MEC se establece que “los alumnos de Educación Primaria deberán en el primer ciclo conocer el uso del ordenador y utilizarlo como recurso didáctico; en el segundo ciclo, utilizar Internet como recurso didáctico y realizar un proyecto con el uso de las tecnologías de la información y de la comunicación, y en el tercer ciclo, dominar las herramientas de la comunicación de las tecnologías de la información y de la comunicación y realizar un proyecto en grupo con las tecnologías de la información y de la comunicación” (BOE nº 157, 2 Julio 2003, p. 25444).

Estas circunstancias, unidas al interés por fomentar la actividad práctica del futuro maestro, han llevado al Departamento de Didáctica de la Matemática de la Universidad de Granada a revisar con profundidad el programa de la asignatura de Matemáticas y su Didáctica de la especialidad de Educación Primaria incorporando créditos prácticos sobre el uso de ordenadores y de Internet. En dicha materia se asignan un total de 9 créditos (90 horas lectivas) de los cuales 4.5 corresponde a trabajos prácticos. Los créditos prácticos se han distribuido en tres módulos que son desarrollados en tres escenarios distintos:

- Escenario 1: Aula habitual donde se implementa un “taller de matemáticas” sobre resolución de problemas y uso de la calculadora. En este escenario es donde se imparten también los créditos teóricos de la asignatura.
- Escenario 2: Seminario-taller de materiales, donde se realizan experiencias utilizando materiales didácticos manipulativos.
- Escenario 3: Taller de informática, donde se utilizan, de manera individual y en grupos applets y programas para la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas escolares, con el apoyo del formador.

En la experiencia realizada durante el curso 2002-03, se asignaron un total de 9 horas para trabajar en el aula de informática, distribuidas en una semana cada trimestre, a razón de 3 horas semanales.

El trabajo de los maestros en formación en los diferentes escenarios se apoya en el uso de Cuadernos de Prácticas (Segovia, 2004), en los que se describen actividades para el aula base, materiales manipulativos y recursos informáticos, y en los que proponen cuestiones para la exploración y reflexión. El desarrollo de las clases teóricas se sustenta en el uso de diferentes textos como Castro (2001) y Godino & cols. (2003). Este último está disponible en Internet.

## 2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

El objetivo principal de este cambio en el diseño de la asignatura era desarrollar un programa de prácticas bien fundado, estrechamente relacionado con la parte teórica de la asignatura, y en el que los futuros maestros se involucraran de manera directa en el trabajo práctico para el desarrollo de su conocimiento matemático y profesional. La finalidad del Taller de Informática era que los maestros en formación profundizaran en ese conocimiento a través del uso de ordenadores, que ampliaran su capacidad de trabajo con estos recursos mejorando sus actitudes hacia el empleo de las NTIC, y que comenzaran a utilizar los recursos disponibles en Internet para la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas.

Lo que se pretende en este trabajo es describir en detalle el funcionamiento y organización del Taller de Informática así como algunos de los resultados obtenidos en su implementación con los futuros maestros.

Nuestro objetivo aquí es analizar las debilidades y fortalezas de este taller, poniendo especial énfasis en estudiar su gestión y el papel de los estudiantes en su desarrollo, así como sus respuestas a las diferentes cuestiones y problemas que se les planteaban.

### 3. MÉTODO

#### 3.1. Organización de las sesiones de clase

La experiencia que describimos aquí, se centra en el diseño, implementación y análisis de las actividades desarrolladas en el Taller de Informática, y por tanto comprende tres fases o etapas:

- 1) Selección de los recursos disponibles en Internet para la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas básicas y redacción del Cuaderno de Prácticas.
- 2) Realización efectiva de la experiencia.
- 3) Recogida de datos y evaluación de resultados.

Los módulos de prácticas se realizaban en tres momentos del curso, justo al finalizar la formación teórica relativa a cada bloque central de contenido: *aritmética, geometría y medida, y estadística y probabilidad*. Cada uno de estos momentos ocupaba tres semanas, a razón de 3 horas semanales de clases presenciales. El grupo de alumnos completo se dividió en 3 subgrupos, resultando subgrupos de entre 30 y 40 alumnos, aproximadamente. En cada una de esas tres semanas, cada subgrupo de alumnos trabajaba en uno de los escenarios descritos antes, y en semanas sucesivas cambiaban de escenario para conseguir al cabo de las tres semanas que todos los alumnos pasasen por los tres escenarios.

Por tanto, las actividades prácticas sobre el uso de ordenadores realizadas por cada alumno han sido bastante limitadas, ya que en total han realizado 9 sesiones a lo largo del curso (una semana de clase al trimestre).

En cuanto al contenido matemático se han diseñado actividades para cada uno de los bloques de contenido. Las actividades propuestas han consistido en el manejo, exploración y reflexión matemático-didáctica sobre los siguientes programas interactivos:

#### Aritmética:

- Juego sobre divisibilidad
- Balanza numérica: de la aritmética al álgebra.
- Fracciones, decimales y porcentajes

#### Geometría:

- Cabri (estudio de figuras planas)
- Estudio de las transformaciones geométricas.
- Poli (exploración de poliedros)

#### Estadística:

- Hoja de cálculo simplificada
- Exploración de propiedades de la media y mediana
- Simulación probabilística

### 3.2. Población y muestra

La población de alumnos a los cuales se dirige el programa de formación es la constituida por los estudiantes de magisterio de la especialidad de Educación Primaria. La muestra estuvo constituida por la totalidad de los alumnos matriculados en el curso 2002-2003 que fue de 345.

### 3.3. Instrumentos de recogida de datos

- Cuaderno de Prácticas de Informática, con las respuestas escritas de los estudiantes hechas durante el desarrollo de la clase.
- Información recogida por el profesor que imparte el módulo.
- Observación participante de algunas sesiones de clase.
- Entrevista clínica video-grabada de una pareja de alumnos interactuando con el ordenador y apoyados por un formador.
- Grabación (audio-video) de algunas clases impartidas en el aula de informática y en el aula tradicional, apoyadas en el uso de un cañón de proyección y de applets específicos para los contenidos matemáticos desarrollados.

## 4. UN EJEMPLO DE ACTIVIDAD: ESTUDIO DE LAS TRANSFORMACIONES GEOMÉTRICAS

El estudio de la geometría ha sido apoyado en el uso del siguiente “micro-programa interactivo” (MPI) disponible en el servidor web del NCTM:

<http://standards.nctm.org/document/eexamples/chap6/6.4/index.htm>

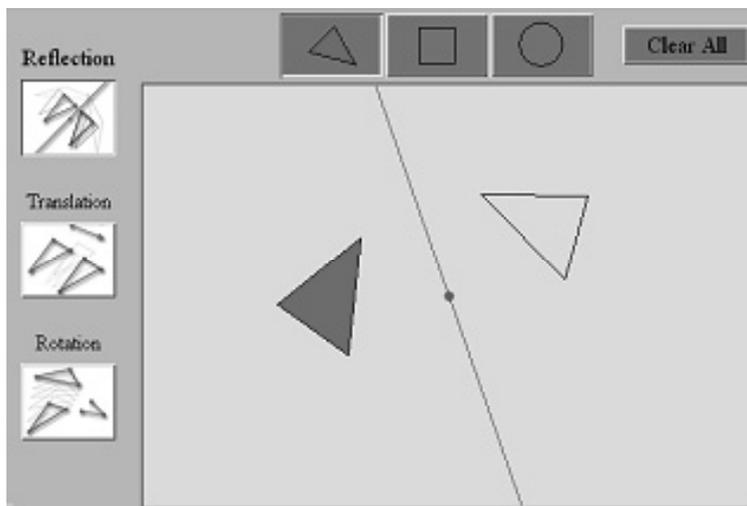
Está diseñado como recurso para comprender las transformaciones geométricas, la congruencia, semejanza y simetría de las figuras. Se compone de cuatro módulos:

1. Visualización de movimientos: Se puede elegir una transformación y aplicarla a una figura para observar la imagen resultante.
2. Identificación de transformaciones desconocidas: Dadas una figura y su transformada se debe identificar la transformación aplicada.
3. Composición de simetrías: Se puede realizar una secuencia de simetrías respecto de distintos ejes.
4. Composición de transformaciones: Aborda la composición de traslaciones, giros y simetrías.

En nuestra experiencia hemos utilizado los dos primeros módulos que describimos a continuación:

### Módulo 1: Visualización de movimientos

El fin de este módulo es explorar los efectos de aplicar varias transformaciones a una figura (simetrías, traslaciones y giros). Además permite comprobar qué elementos son los que caracterizan cada una de esas transformaciones. La figura inicial puede ser un triángulo, cuadrado o círculo.



Por ejemplo, en el caso de la *simetría* el programa permite mover la figura inicial (roja) (arrastrando la figura o aproximando el puntero del ratón a los vértices), así como el eje, y ver la figura transformada. El arrastre del punto grueso situado en el eje permite desplazar el eje, y si se aplica a cualquier otro punto del eje, éste gira. Las figuras iniciales se pueden cambiar pulsando la tecla de CONTROL y aproximando el puntero del ratón a los lados de la figura o a los vértices; a continuación se arrastra el vértice o el lado, consiguiendo de este modo un polígono de forma diferente.

Para responder a las diferentes cuestiones convenimos en designar los vértices de la figura inicial con las letras A, B, C (y D, para el cuadrado), y con la notación A', B', C' para los vértices de la figura imagen (o transformada por el movimiento). En el caso del círculo, los centros serán O y O'. El eje de simetría lo designamos por la letra e; se puede mover desplazando el punto grueso marcado y girando la recta.

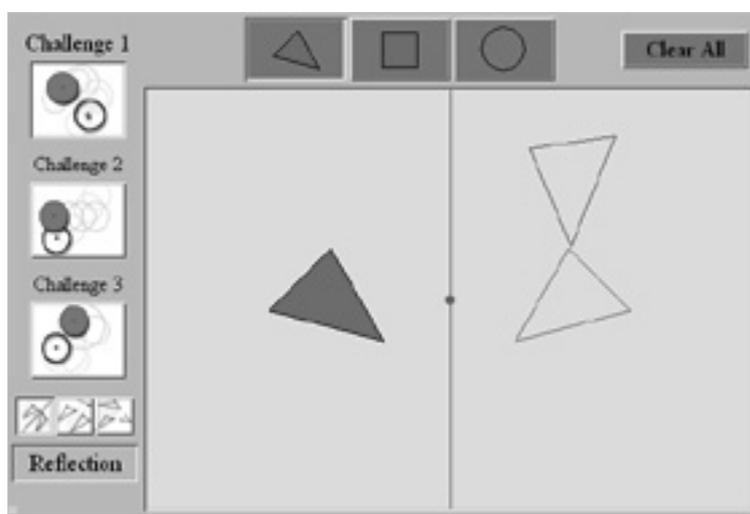
#### Cuestiones propuestas:

1. Explora los cambios en la figura A'B'C' cuando desplazas el punto O y giras el eje de simetría. En el caso del triángulo, ¿es posible cambiar O y e de modo que las figuras ABC y A'B'C' coincidan? ¿Y para el caso del cuadrado y el círculo? Razona las respuestas.

2. Indica los elementos de la figura inicial (tamaño, longitudes, ángulos, posición) que cambian como consecuencia de cada uno de los tres movimientos y los que permanecen invariantes. Explica porqué en cada caso.
3. Describe la relación entre:
  - a) los ejes de simetría y las posiciones de la figura inicial y la transformación ¿Qué pasa cuando el eje de simetría corta a la figura original?
  - b) los parámetros del vector traslación y las posiciones de la figura inicial y la transformación.
  - c) el lugar del centro de giro, y la posición de la figura inicial y su transformada ¿Qué pasa cuando el ángulo de giro sobrepasa los  $360^\circ$ ?

### **Módulo 2:** *Identificación de transformaciones desconocidas*

En este módulo se debe determinar la transformación que se ha aplicado a una figura comparándola con su imagen, teniendo en cuenta las propiedades de las transformaciones. También se pueden formular y probar conjeturas haciendo uso de las opciones disponibles. Se pueden seleccionar tres tipos de tareas (challenge). Se puede identificar una transformación desconocida de varias maneras: comparando la orientación de las figuras, analizando la correspondencia entre la imagen y el original o de algunos puntos sobre ellas, o también encontrando los puntos invariantes. Se pueden comprobar conjeturas construyendo la imagen de la figura original seleccionando el movimiento que corresponda en el menú situado en la parte inferior izquierda (simetría, traslación o giro); habrá que desplazar la figura azul de modo que coincida con la roja.



*Cuestiones propuestas:*

1. Para cada una de las tres tareas (challenge), identifica la transformación aplicada a la figura roja cuya imagen se muestra con los lados trazados en rojo. Comprueba tus conjeturas seleccionando en el menú inferior-izquierda el movimiento y cambiando los parámetros correspondientes, de modo que la figura de lados azules coincida con la de lados rojos.
  2. ¿Qué estrategias específicas has aplicado para identificar las transformaciones usadas en cada caso?
5. ANÁLISIS DE ALGUNAS RESPUESTAS DE LOS FUTUROS MAESTROS

**Módulo 1:** *Visualización de Movimientos*

1. En general, los estudiantes creen resolver la tarea sin mayor dificultad. El programa permite que el usuario manipule las figuras con comodidad, y eso conduce a la solución del problema sin demasiadas complicaciones.

Observan la pantalla en la que, por omisión, la figura que aparece es un triángulo y como transformación la simetría. Pinchan en el interior del triángulo y lo desplazan y en el eje de simetría y lo giran y, por tanto, la figura simétrica se desplaza.

*A: El eje de simetría actúa como un espejo.*

Mueven alternativamente la figura (triángulo) y el eje de simetría para tratar de hacerla coincidir con su transformada.

*A: Es imposible.*

*P: Imposible ¿El qué?*

*A: Que coincidan.*

Cambian a un cuadrado, moviendo el cuadrado y girando el eje de simetría hacen coincidir el cuadrado con su transformado.

*A: El cuadrado sí.*

Experimentan, mueven el centro de giro y la figura no se mueve; parece que sin darse cuenta aumentan el ángulo y al mover ahora el centro sí se mueve la figura; lo hacen varias veces extrañados.

*A: No lo entiendo, unas veces se mueve la figura y otras veces no.*

Parece que no le dan importancia al hecho de que el ángulo es cero o distinto de cero.

*P: ¿No te esperabas eso?*

*A: No, no sé, es extraño.*

*P: ¿Cómo se transforma un punto mediante un giro? ¿Se le da un empujón como sucedía en las traslaciones? ¿Un espejo como en las simetrías? ¿Cómo...?*

*A: Está girando sobre un punto pero no sé cual.*

*P: A ver si lo descubres.*

*A: Sobre este.*

(Señala uno de los vértices del triángulo transformado, precisamente el que está más cerca del triángulo inicial). Piensan, observan,...

*A: Gira sobre este (Señala correctamente el centro del giro).*

Pone el ángulo a cero y desplazando el centro de un lugar a otro comenta...

*A: Lo que no entiendo es que no se mueva la figura. ¡Uhm!, claro, como no estoy girando lo único que muevo es el punto sobre el que giraría la figura pero como no la giro nada pues no se mueve.*

2. Sin embargo, en la cuestión siguiente surgen muchas dificultades para analizar qué cambia en la figura original con respecto a su transformada en cada uno de los tres movimientos. La cuestión de tamaño, forma y medida de lados y ángulos es fácil de observar, pero el hecho de que la simetría es el único movimiento que cambia la orientación de la figura, es algo que cuesta comprobar. Al usar cuadrados y círculos, por ser estas figuras simétricas, y al no tener nombrados en pantalla los vértices, no se ve que su orientación cambia al aplicar una simetría: la figura queda aparentemente *igual*. Sin embargo, el triángulo, al ser escaleno, provoca un dilema entre los futuros maestros.

*P: ¿Eso quiere decir que cada punto del cuadrado se transforma en el mismo punto?*

*A: Sí.*

*P: Está claro que el cuadrado se ha transformado en el cuadrado, pero... ¿Eso quiere decir que cada punto se ha transformado en él mismo punto?*

*A: ¿Cómo? ¿Que si cada punto del cuadrado se ha transformado en el mismo punto del cuadrado?*

*P: ¿?*

*A: Sí, porque si el eje de simetría pasa por el centro del cuadrado (paralelo a los lados de este) pues cada punto se transforma en sí mismo, sí, claro que sí.*

3. En esta cuestión se pretendía que los estudiantes analizaran cómo afecta a la transformación de una figura, las diferentes variaciones en los elementos que caracterizan cada movimiento, y fue éste un buen momento para estudiar la simetría del cuadrado y el círculo.

### **Módulo 2:** *Identificación de transformaciones desconocidas*

La tarea (challenge) 1, que propone identificar la traslación como movimiento que produce la figura transformada es resuelta sin dificultad:

*P: Ahora nos dan dos figuras y habrá que ver qué cosas hay que hacer para conseguir que una de las figuras se transforme en la otra.*

*A: ¿Con las tres figuras o con una sola?*

*P: Como queráis.*

*A: ¿Con el círculo?*

*P: ¿Pensáis que alguna de las figuras es mejor que las otras?*

*A: Sí, una que tenga vértices*

(Eligen el cuadrado); con el cuadrado no lo consiguen; prueban con el triángulo; tampoco lo consiguen; eligen definitivamente el cuadrado. Esta vez sí lo consiguen.

*P: Pero tenéis que decirme qué movimiento habéis hecho; que lo habéis conseguido está claro pero ¿Cómo? ¿De qué transformación se trata?*

*A: Pues una traslación.*

La tarea 1 (que muestra como dato del problema una figura y su transformada por una simetría de eje no visible) presenta mayor dificultad. Los alumnos no formulan una conjetura basada en la observación de las figuras, sino que manipulan el programa de manera irreflexiva, aplicando una estrategia de ensayo y error que resulta infructuosa en el caso del triángulo. Tienen incluso dificultades para comprender lo que se pide en la tarea:

*A: Tengo que transformar el triángulo rojo en el otro pero... ¿No está transformado ya?*

*P: Sí, está transformado, alguien ha aplicado un movimiento y ha transformado el triángulo rojo en aquel otro y lo que te pregunta es de qué movimiento se trata y tu tienes que decirle si es una traslación, un giro,...*

*A: Depende de cómo se mueva ¿no?*

*P: Y en caso de que tu decidas, por ejemplo, que es una traslación pues tendrás que decir cómo de largo y qué dirección debe tener el vector; si es un giro, tendrás que decir cuál es el centro y cuál el ángulo de giro.*

Siguen trabajando con el triángulo.

*A: Una rotación ¿no?*

*P: Díselo al ordenador.*

Prueba de nuevo, de forma casi obsesiva, con el ángulo cero.

*P: Pero no quieres transformarlo en él mismo ¿no?*

*A: ¡Ah!, vale, vale, vale.*

Las dificultades de comprensión de las tareas también se han presentado en el trabajo con el MPI en el aula de informática. La presentación colectiva del MPI y las tareas por el profesor no fue suficiente, como se deduce de las respuestas dadas en los cuadernos de trabajo por grupos. Uno de los grupos da como solución para los tres “challenges” la traslación, sin especificar el tipo de figura elegida (esta solución sólo es válida para el círculo); otro grupo afirma que para la tarea 1 “no coincide ninguna figura”, la tarea 2, una reflexión y rotación (sin indicar el tipo de figura), y la tarea 3, que no coincide ninguna (este es el caso más fácil al tratarse de una traslación).

## 6. REFLEXIONES FINALES E IMPLICACIONES

La información recogida por medio de los Cuadernos de Prácticas y la observación participante permite identificar algunos factores condicionantes del desarrollo de la instrucción matemática en el escenario descrito, ligados al manejo de los recursos informáticos, los conocimientos matemáticos puestos en juego, así como sobre el tiempo disponible para el desarrollo de las sesiones prácticas.

Las tareas matemáticas y didácticas que se pueden formular, apoyadas en el uso de los MPI, son ricas en cuanto al tipo de actividad matemática que requieren, la variedad de nociones matemáticas y de representaciones que ponen en juego.

Además, se mejoran aspectos relacionados con la instrucción, pues la división en tres subgrupos de los grupos de más de 120 alumnos establecidos en el Plan de Organización Docente de la Facultad, y esos subgrupos en equipos de 4 alumnos para la realización de trabajos prácticos ha permitido incrementar los momentos de trabajo personalizado y en cooperación por parte de los estudiantes. Esta organización incrementa las posibilidades de identificar y resolver conflictos en la realización de las tareas.

Pero el desarrollo de actividades en entornos informáticos, requiere una asistencia y dirección por parte del docente, que no debe limitarse a la evaluación de los trabajos producidos. En el seno de cada equipo deben tener lugar fases de exploración personal y cooperativa, pero también de conjetura, validación, institucionalización y evaluación; estos momentos no se producen espontáneamente, sino que deben ser promovidos y dirigidos por el profesor. En nuestro caso los formadores no han podido hacer otra cosa que evaluar los “cuadernos de grupo”, una vez cumplimentados por los equipos. ¿Es posible que un profesor pueda hacer ese trabajo cuando tiene a su cargo entre 25 y 30 equipos?

Por otro lado, el trabajo del profesor en el aula de informática ha resultado complejo debido a las dificultades para que los estudiantes tuvieran disponibles los MPI en sus respectivos ordenadores (sobrecarga en la red, limitaciones de los servidores, escasos conocimientos de los alumnos sobre el manejo del entorno de red y de los ordenadores). La principal dificultad del trabajo docente en el

escenario del Aula de Informática es la relativa a la atención personalizada a los distintos alumnos, en lograr la atención de los alumnos en los momentos de la presentación de los MPI, y la puesta en común de los conocimientos matemáticos y didácticos implicados. El entorno informático enfatiza el trabajo personal de los estudiantes de exploración de los programas y las cuestiones planteadas, en detrimento de los necesarios momentos de comunicación, discusión e institucionalización en el proceso de instrucción.

El análisis de los Cuadernos de Prácticas de los estudiantes, y los datos recogidos en nuestras observaciones participantes indican que las actividades propuestas han sido, en general, difíciles para la gran mayoría de los estudiantes, y que el tiempo asignado al estudio de los MPI ha sido muy limitado. El manejo de los ordenadores y de los programas requiere un conocimiento instrumental que precisa un tiempo de aprendizaje.

Pero aunque este programa de prácticas ha incrementado la diversidad y complejidad de las tareas matemáticas, los formadores tienen dificultades para atender las necesidades cognitivas de sus estudiantes, dado la elevada ratio profesor/ alumnos, y las limitaciones del tiempo asignado en el Plan de Estudios al área de “matemáticas y su didáctica”. Estas dos restricciones, tiempo y “ratio profesor/alumnos” son dos condiciones externas al proceso de estudio que son críticas para incrementar la idoneidad del mismo.

Como conclusión, nuestra investigación ha puesto de manifiesto dos problemas didácticos, que podemos formular en los siguientes términos:

- El programa de estudio pretendido es adecuado al desempeño profesional del maestro, pero las capacidades intelectuales y actitudinales iniciales de los alumnos son insuficientes. Un porcentaje elevado de estudiantes abandonan de hecho la asignatura, incluso los módulos de prácticas. La superación de este problema requeriría una prueba selectiva de acceso a los estudios de magisterio.
- Los alumnos necesitan más recursos de tiempo y apoyo docente para lograr los objetivos de aprendizaje pretendido. La superación de este desfase requiere un cambio de Plan de Estudios (incremento del número de créditos) y disminución de la ratio profesor/alumno.

Pero aunque se dispusiera de los recursos necesarios, el diseño y gestión de los procesos de estudio plantea delicadas cuestiones relativas al aprendizaje de los conocimientos matemáticos y didácticos. Por ejemplo:

- ¿La interacción virtual es igualmente efectiva para resolver los conflictos cognitivos que sin duda encontrará el alumno en el material de estudio?
- ¿Qué consecuencias cognitivas tendría la sustitución de los materiales manipulativos para el estudio de las matemáticas (geoplano, tangram, ábaco, etc.) por otros virtuales?

- Dado que no es posible impartir la docencia íntegramente en un aula dotada de ordenadores, ¿qué porcentaje de tiempo puede ser idóneo dedicar al trabajo en el aula tradicional y en el aula de informática? ¿Qué actividades realizar en esos dos escenarios y cómo articularlas?

La disponibilidad en el aula tradicional de medios tecnológicos (ordenador y cañón de proyección) permite diseñar nuevas actuaciones didácticas que pueden potenciar el aprendizaje, al permitir plantear nuevas situaciones-problemas y el uso de representaciones múltiples para los objetos matemáticos. Se trata de un nuevo escenario instruccional, de tipo presencial, que abre nuevas vías de uso de las NTIC en el aula de matemáticas, pero cuyo diseño óptimo debe ser investigado.

#### RECONOCIMIENTOS:

Esta investigación se ha realizado en el marco de los proyectos MCYT-FEDER BSO2002-02452 y el Programa de Innovación Educativa de la Universidad de Granada (Potenciación de la dimensión práctica de la formación de profesores de primaria en educación matemática).

#### REFERENCIAS

- Castro, E. (Ed.) (2001). *Didáctica de la matemática en la educación primaria*. Madrid: Síntesis
- Godino, J. D. (Dir.) (2003). *Matemáticas y su didáctica para maestros*. Departamento de Didáctica de la Matemática. Universidad de Granada. [Recuperable en URL: <http://www.ugr.es/local/jgodino>]
- MEC (2003). Decreto por el que se establecen las enseñanzas comunes de Educación Primaria. BOE N° 157, 2/7/2003.
- Segovia, I. (Coord.) (2004). *Cuaderno de Prácticas. Matemáticas y su Didáctica*. Granada: Departamento de Didáctica de la Matemática. Universidad de Granada.

