

LA FORMACIÓN DE MAESTROS EN TECNOLOGÍA PARA LA EDUCACIÓN MATEMÁTICA: EL CASO DE LA UNIVERSIDAD DE LEÓN¹

**Abraira, C.
Blanco, B
Cobo, A
González A
Martín, M^a C**

I. INTRODUCCIÓN

La necesidad de conocer las posibilidades de la tecnología y de poseer ciertas destrezas en el manejo de los recursos tecnológicos disponibles, indiscutiblemente, forma parte del bagaje cultural del ciudadano medio y por tanto la escuela no puede permanecer ajena a ello.

En el ámbito de la enseñanza, de manera progresiva, se pone de manifiesto la utilidad de ciertos medios tecnológicos, en particular vídeo y ordenador, para facilitar un aprendizaje significativo y autónomo.

Las consideraciones anteriores conducen a la necesidad de que los planes de formación de profesionales de la enseñanza incluyan teoría y práctica sobre el uso de los medios tecnológicos disponibles para el desarrollo eficiente y eficaz de su profesión. Los responsables de la formación de maestros en Matemáticas y su Didáctica no podemos mantenernos al margen. Pues bien, en este trabajo recogemos la justificación, génesis, desarrollo y evaluación del programa de una asignatura sobre el uso de la tecnología, impartida desde el área de Didáctica de las Matemáticas. El modelo teórico que utilizamos es el CIPP para la evaluación formativa de programas (Stufflebeam y Shinkfield), a cuyas cuatro fases nos referimos a continuación.

II. EVALUACIÓN DEL CONTEXTO

En esta fase se pretende conocer la realidad de los participantes, tanto para el diseño o selección del programa,

como para tener una referencia inicial que permita juzgar la calidad y pertinencia de los resultados obtenidos como consecuencia de la actuación del programa. Los datos más relevantes en el caso de los alumnos que nos ocupan son:

i) Situación de los alumnos del título de maestro en relación con la tecnología (escasos conocimientos previos a la entrada en la Facultad y escasez de prácticas en la asignatura *Nuevas Tecnologías aplicadas a la Educación*). ii) Insuficiencia de los créditos troncales y obligatorios para Didáctica de las Matemáticas. iii) Escasez de opciones para la libre configuración.

III. EVALUACIÓN DE ENTRADA

En la evaluación de entrada hemos analizado distintas propuestas teóricas (orientaciones oficiales y de expertos) así como programas de materias afines impartidas en otras universidades, en particular Complutense y Granada. Esta evaluación, junto con la del contexto, condujo al programa de la asignatura *La tecnología en la Educación Matemática* que describimos a continuación.

Objetivos

a) Proporcionar a los futuros maestros el conocimiento teórico necesario para una reflexión crítica sobre el uso de la tecnología en la escuela. b) Aplicar los conoci-

1. Tal como aparece en el listado de asignaturas de libre configuración que la Universidad de León proporciona a los alumnos: **Denominación:** La tecnología en la Educación Matemática. **Descriptor:** El uso de la tecnología para la educación matemática, vídeo, calculadora y ordenador. Análisis y construcción de vídeos para aprender a enseñar matemáticas. Introducción al uso del ordenador y de distintos programas informáticos. **Título:** Maestro (todas las especialidades). **Tipo de asignatura:** Libre configuración. **Carga lectiva:** 6 créditos. **Profesora Responsable:** Concepción Abraira. **Área de Conocimiento:** Didáctica de las Matemáticas.

mientos teóricos adquiridos en la asignatura obligatoria de primer curso *Nuevas Tecnologías Aplicadas a la Educación* al caso de las matemáticas y su didáctica. c) Conocer material videográfico para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas. d) Diseñar situaciones didácticas adecuadas para el posterior análisis del “hacer matemáticas” por parte de niños de Educación Infantil y Primaria. e) Aprender matemáticas con la ayuda de grabaciones en vídeo. f) Familiarizar a los alumnos con el uso de software educativo.

Contenido

El uso de nuevas tecnologías. Reflexiones sobre el aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas. Relaciones entre juegos y matemáticas. Los asistentes matemáticos: ventajas e inconvenientes. La tecnología en el currículo oficial de educación infantil y primaria. **2. El vídeo en la educación matemática.** El vídeo como instrumento de enseñanza. El vídeo como facilitador del aprendizaje. La utilización del vídeo en la preparación de la práctica docente. El vídeo para la evaluación de la actividad en el aula. Vídeos para trabajo en clase. **3. Calculadoras gráficas.** Las calculadoras gráficas para la educación matemática. Posibilidades de las calculadoras gráficas. Introducción a la TI-81. **4. El ordenador en la educación matemática.** Modelos cognitivos en la adquisición de los modelos informáticos. Conceptos informáticos elementales. El ordenador como instrumento de enseñanza y de ayuda al maestro. El ordenador como facilitador del aprendizaje. Análisis y evaluación del software educativo. Situaciones didácticas a través de la informática. Programas para el trabajo en clase. Software para el trabajo simultáneo con retroproyector, ordenador, vídeo, diapositivas, etc.

Metodología

La asignatura tiene carácter esencialmente práctico, combinando la exposición por parte del profesor con el trabajo de los alumnos en pequeños grupos. Se procura la atención diferenciada a los alumnos según las situaciones individuales. El trabajo en los pequeños grupos consistirá en: a) Discusión en clase sobre las ideas teóricas que constituyen la asignatura. b) Grabación en vídeo de situaciones didácticas reales previamente diseñadas por los propios alumnos (niños realizando investigaciones matemáticas dentro y fuera de la escuela, niños discutiendo sobre matemáticas) y de situaciones reales de uso de las matemáticas o que pongan de manifiesto su necesidad en el mundo real. c) Búsqueda de problemas de interés del pequeño grupo para su posterior resolución con la ayuda del ordenador.

Se establece el compromiso de la impartición de las 60 horas previstas. La ausencia de un miembro del grupo (el profesor es uno más) no implica la paralización de la actividad normal de la asignatura.

Evaluación

Los criterios propuestos son: a) Grado de implicación y calidad de la participación del alumno a nivel individual y grupal. b) Cantidad y calidad del conocimiento adquirido por el alumno en los niveles conceptual, procedimental y actitudinal. c) Cantidad y calidad de las aportaciones voluntarias del alumno, tanto a su pequeño grupo como al gran grupo. d) Cantidad y calidad del material utilizado para la preparación de la asignatura.

La evaluación será continua y de carácter formativo a través de: la observación del trabajo y participación del alumno tanto en las clases ordinarias como en tutorías u otras actividades que se organicen; pruebas escritas realizadas a lo largo del curso; exámenes organizados oficialmente por el centro; trabajos prácticos; entrevistas con el profesor para la discusión y análisis de los trabajos prácticos; informes periódicos individuales y de grupo sobre la realización de las tareas propuestas; diario del alumno sobre la evolución de su aprendizaje y problemas que se le planteen con la materia; autoevaluación por parte del alumno; evaluación por parte de cada pequeño grupo de su propio trabajo y del trabajo del resto de los pequeños grupos.

Material

Material bibliográfico (libros y revistas), vídeos y software educativo.

IV. EVALUACIÓN DEL PROCESO

Desde la perspectiva de la evaluación formativa de programas, esta fase es realmente el núcleo del proceso evaluador. Se trata de estudiar de modo continuo el desarrollo del programa con el fin primordial de detectar las deficiencias y corregirlas a medida que se producen. Alumnos y profesora son miembros del mismo equipo, aunque con funciones distintas en el programa. La evaluación, en consecuencia, es responsabilidad conjunta. Se efectuó tal como describimos y con los resultados siguientes:

a) Las primeras sesiones se dedican a discutir en clase la propuesta de programa presentada por la profesora. Se acuerda un plan de evaluación, en el que se manifiestan de manera implícita los objetivos que el grupo acepta como más relevantes, y en el que se distinguen

y valoran las actividades individuales y de grupo². El plan de evaluación no se cumplió íntegramente. La escasa experiencia de los alumnos en actividades de evaluación dificultó el cumplimiento del compromiso inicial, fundamentalmente en lo referente a evaluación de compañeros. En consecuencia, deberían llevarse a cabo actividades que fomenten la participación activa de los alumnos en el proceso de evaluación de programas. b) La primera parte del curso se dedicó al trabajo con vídeo (2,3 créditos) y la segunda con ordenador (3,3 créditos). La previsión inicial era 2-4, lo que no pudo conseguirse a pesar de los esfuerzos realizados por recuperar clases perdidas. c) La participación (asistencia, discusión, búsqueda de materiales, etc.) de los miembros del grupo en el desarrollo del programa fue muy buena. d) La grabación de actividades en vídeo ni llegó a intentarse debido a la carencia del material imprescindible y a las limitaciones de tiempo. e) Las calculadoras gráficas únicamente fueron objeto de estudio desde un punto de vista teórico. f) Se consideró la conveniencia de trabajar menos programas de ordenador pero más fondo. Se decidió usar: POLIEDROS, CABRI-GÉOMÈTRE y los proporcionados por dos editoriales.

V. EVALUACIÓN DEL PRODUCTO

Es la fase sumativa del proceso evaluativo, en la que se trata de analizar y valorar el impacto del programa (resultados individuales, colectivos, inmediatos, mediatos, pretendidos y no pretendidos en los ámbitos afectivo, cognitivo y social). A partir de las conclusiones obtenidas en esta fase se podrán tomar decisiones acerca del mantenimiento, supresión o modificación del programa desarrollado. Las limitaciones inherentes al tipo de trabajo que presentamos, hacen que aquí tratemos una parte mínima de todo lo que el "producto" abarca: nos limitamos a evaluar el grado de cumplimiento del plan previsto desde la perspectiva de los alumnos.

Sobre la base de un cuestionario aplicado a los alumnos de la asignatura se obtuvieron los siguientes resultados:

a) Todos los alumnos presentados aprobaron la asignatura. b) El nivel de satisfacción fue óptimo, a pesar del alto grado de dificultad que al iniciar el curso se le atrib

buía a la asignatura (debido especialmente a las duras perspectivas de trabajo). Se constató que los resultados obtenidos compensaron el esfuerzo realizado. c) El número de horas dedicadas a trabajar con vídeos pudo haberse reducido al no haberse realizado las grabaciones previstas. Menos horas de visionado hubieran sido suficientes para constatar su utilidad en educación matemática. d) La mayor parte de los alumnos se hicieron conscientes de la utilidad y posibilidades del vídeo como instrumento didáctico (al comenzar lo veían útil sólo para la transmisión de información). e) El tiempo dedicado al análisis de software educativo resultó insuficiente ya que se necesitó un gran número de horas para familiarizar a muchos alumnos con el manejo del ordenador. f) La realización de un proyecto por parte de cada grupo ni siquiera se planteó debido a la escasez de tiempo. g) El trabajo en grupo, si bien manifestó su eficacia para generar actitudes de solidaridad y cooperación, planteó problemas (fundamentalmente falta de compromiso), debido, tal vez, al escaso hábito. h) Las consideraciones anteriores permiten deducir que es imposible desarrollar la asignatura en 6 créditos. Se sugiere replantearla de modo que sea posible, especialmente, efectuar grabaciones en vídeo de clases prácticas en colegios, la realización de un proyecto por cada grupo y una mayor dedicación al ordenador. i) Los alumnos que no estaban familiarizados con el uso del ordenador (muchos de los cuales se consideraban incapaces de hacerlo), mostraron un cambio de actitud altamente positiva, reconociendo que la creencia en su falta de capacidad les conducía a no plantearse siquiera su utilización futura. j) Los alumnos que ya habían usado el ordenador fueron capaces de analizar algunos programas disponibles en el mercado, y constatar su ineficacia, incluso perjuicio, para el aprendizaje significativo de las matemáticas. k) Todos los alumnos opinaron sobre la conveniencia de poseer algún conocimiento de informática para un mejor aprovechamiento de la asignatura (de no ser así la asignatura se reduce a manejo de ordenador). l) Todos apoyaban la necesidad de asignaturas que les permitiera la familiarización con el uso de la tecnología en la materias curriculares específicas. m) Aunque no era objetivo explícito, un resultado importante es el cambio producido en los alumnos en cuanto a la visión del papel de alumnos y profesor en el proceso educativo (discusión del plan de trabajo, aceptación

2. Trabajo individual: a) Participación en clase y asistencia (valoradas por los propios alumnos); b) diarios de clase, que reflejarán los conocimientos previos, los adquiridos después del trabajo en pequeño grupo y los posteriores al debate en clase, reflexión sobre el método de trabajo, dificultades surgidas y modo de resolución de éstas (valorados por el profesor); c) preguntas en clase, que versarán sobre conocimientos adquiridos y sobre cómo se han adquirido o se pueden adquirir (valoradas por los grupos); d) autoevaluación final argumentada y razonada. **Trabajo en Grupo:** a) Cada pequeño grupo debe presentar al gran grupo un tópico concreto, coordinará la discusión y elaborará una síntesis del debate y conclusiones; este trabajo será evaluado por cada uno de los grupos con los criterios: utilización de recursos, coordinación y organización, participación de los componentes y calidad de la exposición; b) elaboración de un proyecto; c) evaluación de la actuación de cada pequeño grupo; d) autoevaluación; e) entrevista de cada grupo con la profesora (al final del curso, sobre el trabajo realizado durante el curso y logros obtenidos).

del trabajo en grupo, responsabilización en tareas evaluativas, uso de diarios e informes periódicos, individuales y de grupo como instrumentos de evaluación, etc.).

Por último, y desde el punto de vista del profesor, ya que los resultados del programa se consideran globalmente satisfactorios, se ha decidido ofrecer de nuevo la asignatura para el curso próximo con las modificaciones

derivadas de los resultados constatados e inherentes al contexto futuro y a la nueva información teórica que se obtenga. La idea de Weiss según la cual los programas que correspondan al ámbito de las Ciencias Humanas no están nunca definitivamente diseñados porque son siempre susceptibles de mejora, tiene un apoyo empírico más.

BIBLIOGRAFÍA

- COCKFROFT, W. H. (1985): *Las Matemáticas sí cuentan*, MEC, Madrid.
- GARCÍA, A. y cols. (1995): *Nuevas tecnologías y enseñanza de las matemáticas*, Síntesis, Madrid.
- GROUWS, D. A. (ed.) (1992): *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*, Macmillan, New York.
- HOUSTON, W. R. (1990): *Handbook of Research on Teacher Education*, Macmillan, New York.
- LEITZEL, J. R. C. (ed.) (1990) : *A Call for Change*, MAA, Washington.
- MEC (1992): *Orientaciones Didácticas. Áreas Curriculares. Matemáticas*, Autor, Madrid.
- NCTM (1990): *Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics*, Autor, Virginia.
- NCTM (1991): *Professional Standards for Teaching Mathematics*, Autor, Virginia.
- PNTIC (1993): *El ordenador en matemáticas. Programa de nuevas tecnologías de la información y de la comunicación*, MEC, Madrid.
- STUFFLEBEAM, D. L. y SHINKIELD, A. J. (1987): *Evaluación sistemática. Guía teórica y práctica*, Paidós/MEC, Madrid.
- THE MATHEMATICAL ASSOCIATION (1992): *Computers in the Mathematics Curriculum*, Autor, London.
- WEISS, C. H. (1990): *Investigación evaluativa*, Trillas, México.