

# TECNOLOGÍA Y APRENDIZAJE COLABORATIVO EN EL DISEÑO DE MATERIALES PARA DESARROLLO DEL PENSAMIENTO ABSTRACTO EN DIDÁCTICA DE LAS MATEMÁTICAS

MELCHOR GÓMEZ GARCÍA y DOLORES IZUZQUIZA GASSET

*Universidad Autónoma de Madrid*

Centro Superior Estudios Universitarios La Salle

Didáctica y T.E.

Avda. La Salle, 10

28023 – Madrid – España

Email: [melchor@eulasalle.com](mailto:melchor@eulasalle.com); [lola.izuzquiza@uam.es](mailto:lola.izuzquiza@uam.es)

**Resumen:** Las Matemáticas son un referente fundamental en la formación de cualquier escolar y a la vez constituye una dificultad notable en el panorama educativo actual. El desarrollo del pensamiento lógico-matemático de los niños representa por ello uno de los desafíos más importantes que afrontan los maestros de este área. Así pues, lograr que los futuros maestros adquieran competencias profesionales en este campo es un reto para los formadores de maestros en las Facultades de Educación en el área de Didáctica de las Matemáticas. Este trabajo quiere ser una exposición y análisis de las perspectivas actuales del “aprendizaje colaborativo” con soporte TIC para mejorar la formación de maestros en este área. El diseño de una actividad en el último curso en la diplomatura de Magisterio se enmarca en la asignatura “Desarrollo del pensamiento matemático y su didáctica” y trata de ser una muestra de las habilidades prácticas adquiridas por los alumnos con estos métodos. El diseño de situaciones de aprendizaje colaborativo con soporte TIC -que permite colaborar sin coincidir en el espacio ni en el tiempo y acceder a cantidades ingentes de información-, plantea enriquecedoras propuestas en la didáctica de la matemática.

**Palabras clave:** Aprendizaje cooperativo, Sistemas distribuidos, Didáctica, Matemáticas, Internet.

**Abstrac:** Mathematics play an essential role on the education of any student and imply, at the same time, an outstanding difficulty in the educational scene today. The development of the logical-mathematical thinking in children represents therefore one of the most important challenges faced by teachers of this subject. Thus, making future Mathematics teachers acquire professional abilities in this field is most challenging for teacher trainers in Faculties of Education within the area of the Didactics of Mathematics. This essay intends to be an exposition and analysis of the current perspectives in “collaborative learning” with the support of

Information and Communication Technologies in order to improve teacher training on this area. The design of an activity in the last year of the Bachelor of Education Degree is part of the subject "Development of the mathematical thinking and its didactics" and tries to be a proof of the practical abilities acquired by students using these methods. The design of collaborative learning situations with the support of Information and Communication Technologies – which allows collaborating without coinciding in space and time and having access to huge amounts of information – creates enriching proposals in the Didactics of Mathematics.

**Keywords:** Cooperative learning, Distributed system, Didactics, Mathematics, Internet.

---

## 1. Introducción y precedentes

Los estudios de magisterio siguen el currículum tradicional: diferentes asignaturas independientes distribuidas a lo largo de tres cursos escolares. El desarrollo y uso de una metodología de aprendizaje colaborativo se ha discutido en más de una ocasión y promueve debates entre los profesionales. Se considera como una habilidad "deseable" en los futuros maestros el ser capaz de trabajar y aprender en grupo. Sin embargo no es un hábito corriente en su proceso de formación. Se han desarrollado algunas experiencias puntuales, en periodos de tiempo y cursos concretos. En Didáctica de las Matemáticas se han puesto en práctica distintos métodos de aprendizaje colaborativo y desde hace tres se hace con soporte informático. Con ello se busca conocer en la práctica este sistema de aprendizaje y además obtener datos reales del impacto que supone entre los estudiantes el cambio metodológico y didáctico.

El aprendizaje colaborativo es el proceso en el que dos o más individuos resuelven un problema colectivamente intercambiando y exponiendo puntos de vista, o más formalmente es el "Conjunto de métodos de instrucción o entrenamiento para uso en grupos pequeños, así como de estrategias para propiciar el desarrollo de habilidades mixtas (aprendizaje y desarrollo personal y social), donde cada miembro de grupo es responsable tanto de su aprendizaje como del de los restantes miembros del grupo". Recordando las dos metáforas del conocimiento -la metáfora de la adquisición y la metáfora de la participación-, las cuestiones concernientes al aprendizaje pertenecen al paradigma más tradicional de la adquisición de algo en una mente individual y las ideas del aprendizaje colaborativo pertenecen en parte a la emergente metáfora de la participación.

Este aprendizaje colaborativo puede ser a través de elementos tecnológicos y apoyado por éstos. Consideraremos las distintas variables que intervienen: el tipo de tarea –en este caso matemáticas-, la conformación de grupos –en este caso de una misma clase-, y la forma de comunicación – por Internet-, entre otras. En

síntesis podemos definir al trabajo colaborativo con soporte informático como una estrategia de enseñanza-aprendizaje por la cual interactúan dos o más sujetos para construir aprendizaje, a través de discusión, reflexión y toma de decisión, en el que los recursos informáticos actúan como mediadores.

La pregunta pasa a ser ¿cuál es el valor añadido que aportan los ordenadores en los entornos de aprendizaje colaborativo? Las nuevas tecnologías de información y comunicación –el correo electrónico, grupos de noticias, foros, web – potencian la interactividad, y en consecuencia el desarrollo socio-cognitivo de los alumnos y una actitud más positiva hacia las matemáticas. Pero aunque las expectativas de hace años preveían que el uso de ordenadores que facilitaran el aprendizaje matemático sería una realidad en la educación en pocos años [Balacheff et al, 1996], la utilización del ordenador permanece como una parte relativamente pequeña en la práctica diaria del aula. Promover, diseñar y validar entornos de aprendizaje y contenidos que favorezcan la interacción social en el marco de las TIC resulta de gran interés de cara a mejorar y aumentar el aprendizaje de las matemáticas.

## **2. Aportaciones de Internet y los contenidos digitales al área de Matemáticas**

Cada vez son más los escolares que utilizan Internet para sus tareas (en matemáticas y en el resto de las áreas escolares) al margen de las indicaciones de sus profesores, un hecho que está aumentando la “brecha digital” entre los alumnos y sus centros educativos. (Levin y Arafeh, 2002). Internet se usa mayoritariamente fuera de los colegios, para resolver las tareas que se proponen para realizar en sus casas (resolución de problemas, búsqueda de apuntes o información, contraste de resultados a través del correo electrónico,...). Los informes de la OCDE constatan que la frecuencia del uso del ordenador por parte de los alumnos es el doble en casa que en la escuela. Esto está llevando a un alejamiento entre la forma en que se enseñan las Matemáticas en el aula y el modo en que las nuevas generaciones se enfrentan al aprendizaje y estudio de las mismas.

En la actualidad no puede pensarse en ordenadores aislados; las capacidades de éstos pasan a un segundo plano ya que lo que interesa es que el ordenador sea un vehículo de transporte y presentación de información en el momento y sitio donde sea necesaria. No hay informática, ni computación, sin telecomunicaciones y redes. La información no debe estar contenida en el ordenador donde se trabaja o aprende, sino se debe poder viajar hacia ella con el ordenador. Pero aprender con Internet no consiste solamente en navegar por la red o en descargar contenidos o acceder a diferentes recursos. Aprender a través de un ordenador puede ser también complicado: a priori hay más obstáculos que tener en cuenta, es un medio diferente que exige enfoques diferentes. Por si fuera poco, la mayor parte de los contenidos dejan mucho que desear. La calidad de los contenidos no se mide por la cantidad de diapositivas ni por el número de páginas de los manuales al igual que una película no es buena en función de sus efectos especiales o su duración.

Aunque aún son pocos, cada vez hay más profesores de Matemáticas que tratan de aprovechar el gancho de Internet como herramienta para sus clases. La clave no es el uso de la tecnología; más bien es la interacción con el contenido y con el alumno que aprende.

### 3. Principios didácticos

Las TICs abren un inmenso campo de posibilidades para la mejora del aprendizaje matemático y en la significatividad de dicho aprendizaje. Las tecnologías son una inestimable ayuda en ese intento. A continuación exponemos lo que serían nuestros principios generales que queremos proponer:

- Las herramientas no solucionan la vida del profesor de Matemáticas, y si se siguen haciendo las cosas (en didáctica de las Matemáticas) de la misma manera que sin dichas herramientas, éstas no se necesitan para nada.
- Las herramientas no son neutras y en función del modelo pedagógico en que nos sustentamos se recurre a unas o a otras (NADA ES INOCENTE).
- No es necesario utilizar las últimas tecnologías disponibles, sino aquellas cuyo funcionamiento está demostrado y contrastado, y que nos permitan conseguir los objetivos pedagógicos perseguidos.
- Es conveniente enseñar Matemáticas con tecnología porque la tecnología está diluida en cualquier ámbito de nuestra vida y es importante aprender todo lo referente a la vida.

Los criterios metodológicos que tenemos en cuenta a la hora de plantear actividades los podríamos enunciar del siguiente modo:

1. La interacción. La posibilidad que las TICs ofrecen de actuar sobre la información e influir en su curso es uno de sus rasgos principales, si no el principal. Esta interactividad ofrece a los alumnos la posibilidad de una exploración más completa, de revisar sus ideas e hipótesis iniciales y de recibir una respuesta continua e inmediata a sus acciones.
2. Aprender haciendo, aprender investigando. Es claro que aprender "haciendo" es un modelo positivamente contrastado. Se deben plantear problemas variados que propongan retos al alumno. Crear cosas propias, investigar, formular hipótesis y verificarlas; no sólo repetir lo que el profesor espera oír. Es probable que muchos se aproximen a estas actividades por ensayo-error, sin una suficiente reflexión previa. Aun así es positiva esta opción por tanteo, ya que permite una mejora y una revisión continua de las soluciones aportadas.
3. La innovación. El ordenador es un aparato para hacer cosas y no para pasar páginas ni para escuchar pasivamente. Para eso ya está la televisión. Pulsar

iconos no es sinónimo de Interactivo. La interactividad no está en el click sino en el think. Es necesario innovar: no se puede trasladar el tratamiento de un libro de texto al marco de una pantalla. Esto conlleva una nueva forma de organizar y mostrar la información, unas actividades interactivas que estimulen la actividad del alumno

#### 4. Metodología:

##### *Sujetos*

La asignatura Desarrollo del Pensamiento Matemático y su Didáctica es una asignatura troncal de la Diplomatura de Magisterio en la especialidad de Educación Infantil. En la actualidad esta asignatura tiene 3 grupos de alumnos de aproximadamente 60 cada uno. Los alumnos tienen 3,5 horas semanales de clase en esta asignatura, repartidas en clases teóricas y prácticas. El número total de créditos ECTS estimados es de 7. El trabajo de los alumnos es evaluado con la calificación de un examen final, junto con la calificación del trabajo práctico realizado. La experiencia lleva promoviéndose en esta asignatura desde hacer tres cursos, y con ello se busca mediante la utilización del sistema KnowCat crear un área de conocimiento sobre Didáctica de las Matemáticas de forma colaborativa entre los alumnos de los tres grupos de la asignatura. Todos los alumnos del curso participan en esta experiencia. Deberán entregar un documento por grupo cuya temática estará relacionada con uno de los bloques de la asignatura y que es elegida por cada uno de ellos. A su vez, estos bloques serán divididos en temas más concretos, creando de esta manera grupos más reducidos de alumnos, lo que les facilitará la interacción y el trabajo en grupo entre ellos. La nota de dicho trabajo contará para la nota final de curso, como una nota práctica más de las que se recogen durante el cuatrimestre.

##### *Objetivos*

Los objetivos que se plantean las asignaturas que participan en la presente petición, apoyadas con la utilización de la plataforma/sistema KnowCat son:

1. Incrementar y potenciar el trabajo en grupo entre los estudiantes de la asignatura. Los alumnos serán divididos en grupos de trabajos, cada grupo relacionado con una parte de la asignatura, y entre ellos y mediante el sistema KnowCat, interaccionarán y trabajarán de forma colaborativa con el fin de generar conocimiento bueno y de interés sobre su parte de la asignatura.
2. Generar material docente de calidad, accesibles desde la Web, para apoyo de la docencia presencial. Este material docente (generado de forma colaborativa por los estudiantes) estará formado por apuntes de la asignatura, por la aplicación de estos apuntes a la práctica y además por material adicional que la complementen (por ejemplo más información teórica, su aplicación en la vida real, investigación actual relacionada, etc.)

3. Introducir nuevos sistemas de evaluación de los conocimientos y otras competencias adquiridas por los estudiantes. El sistema KnowCat permite que los estudiantes evalúen el trabajo de sus compañeros con votaciones, comentarios, sugerencias, etc.
4. Potenciar el aprendizaje activo de los estudiantes a través del uso de un sistema informático. En el trabajo con el sistema KnowCat los estudiantes no son sólo consumidores de conocimiento, sino que además son productores y evaluadores de éste (como ya se ha comentado), lo que potencia su aprendizaje en su activa participación en la generación de los materiales docentes antes comentados.
5. Facilitar la evaluación continua y tutorización del trabajo de los estudiantes. El sistema KnowCat permite hacer un seguimiento del trabajo de los estudiantes de forma sencilla, que puede ser de mucha utilidad en la evaluación y tutorización del trabajo de estos.

#### *Actividades a realizar por los grupos*

A este área de conocimiento se accede mediante una dirección web, y poco a poco va constituyéndose como un repositorio de apuntes, ejercicios organizado en cinco carpetas que coinciden con los cinco bloques principales del temario de la asignatura. Su utilidad está en ser un material complementario a la docencia presencial, y un nodo de información de libre y fácil acceso una vez terminan sus estudios en el Centro. Cada uno de los bloques debe contener a final de curso los siguientes aspectos:

- Apuntes basados en lo que se ve en clase, es decir, resúmenes de la docencia impartida en las aulas. Este tipo de apuntes será de utilidad tanto a los alumnos para repasar lo visto en clase, como para los profesores a modo de revisión de lo que han entendido los alumnos.
- Ampliación de los apuntes dados en clase con información recogida en más libros de textos, y en otras fuentes (Internet, revistas, etc.).
- Diseño y resolución de ejercicios desarrollados a partir de los contenidos teóricos explicados, así como la presentación de ejemplos. Este tipo de participación sirve a los alumnos en el estudio de la asignatura, y a los profesores como forma de evaluar la comprensión de la asignatura en la práctica.

#### *Planificación*

Tendremos una reunión inicial de presentación del proyecto con todos los alumnos. Habrá una segunda sesión para conseguir que las actividades que se

piden a los alumnos se realicen de la mejor manera posible, y mantener la motivación de éstos y en la que se tratarán los siguientes puntos:

- Determinar qué alumnos trabajarán en cada uno de los temas que componen el bloque en cuestión.
- Explicación en detalle de las utilidades del sistema KnowCat a utilizar: cómo es el envío de documentos, cómo se hace una anotación a un documento, etc.
- Habrá una tercera sesión para tratar posibles problemas, inquietudes y hacer una primera evaluación del trabajo realizado con el sistema.

Al finalizar el semestre se realizarán encuestas tanto al profesor como a los alumnos que participaron con el fin de evaluar el trabajo de todos.

#### *Tareas*

El trabajo que deberá realizar cada grupo de alumnos se compone de las siguientes actividades:

- Aportar un documento de alguno de los tipos antes presentados sobre el tema asignado del área de conocimiento creada para esta asignatura con el sistema KnowCat.
- Opinar sobre los documentos de los demás compañeros que trabajan en el mismo tema. Estas opiniones debe ser dobles: primero mediante la aportación voluntaria de una anotación (texto) con la que opinar sobre el contenido del documento, y segundo mediante la asignación obligatoria de una votación numérica al documento.

#### *Desarrollo*

Sesión 1: Explicación del trabajo a realizar y entrega de materiales.

Se reunió en el aula a los alumnos al comienzo de la asignatura para indicarles que a la vez que iban organizando sus anotaciones de clase, tendrían que desarrollar uno de los temas que se tratasen en la misma. Se les explicó además que el trabajo tendrían que realizarlo en word, porque íbamos a utilizar el ordenador e Internet para contrastar, discutir y aportar ideas sobre ellos.

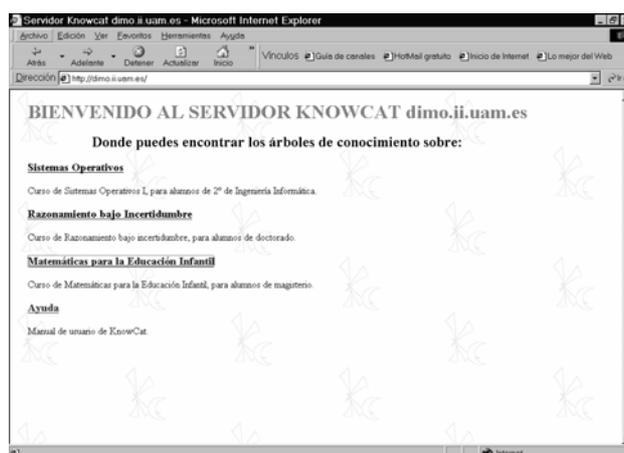


Figura 1. Sesión 2. Instrucción en el uso del sistema: KnowCat.

Dividimos las clases en varios grupos y fuimos pasando por el aula de informática. Allí se les explicaba cómo se manejaba KnowCat, y qué tipo de actuaciones estaban autorizados a hacer, y qué tipo de controles iban a tener, tanto por parte del sistema como por mi parte. Había colocado algunos ejemplos para que pudiesen hacerse una idea de cómo iba a ser su trabajo, y fuimos dando de alta en el sistema a todos los alumnos en esa misma clase.

#### Sesión 2: Determinación de fechas.

Cuando les quedó claro que el trabajo lo podían ir haciendo a lo largo del curso, y que tenían la opción de ir compartiendo ideas e información con otros grupos (incluso de otra clase que no era la suya), dediqué una sesión de aula para fijar las fechas límite de entrega, discusión y valoración de los trabajos a realizar. Podían ir colocando sus trabajos en la red según fuesen teniéndolos, con opciones a retocarlos, cambiarlos o retocarlos, hasta la fecha límite indicada. A partir de entonces ya no podrían cambiar nada, y se dedicarían a valorar el resto de trabajos que hubiesen elegido su mismo tema. Durante ese tiempo podrían tener discusiones entre ellos hasta decidir cómo evaluaban cada trabajo. Cuando vencía la fecha de evaluación, el sistema automáticamente recoge los datos aportados por los usuarios autorizados, y genera una evaluación global, dejando los mejores trabajos.

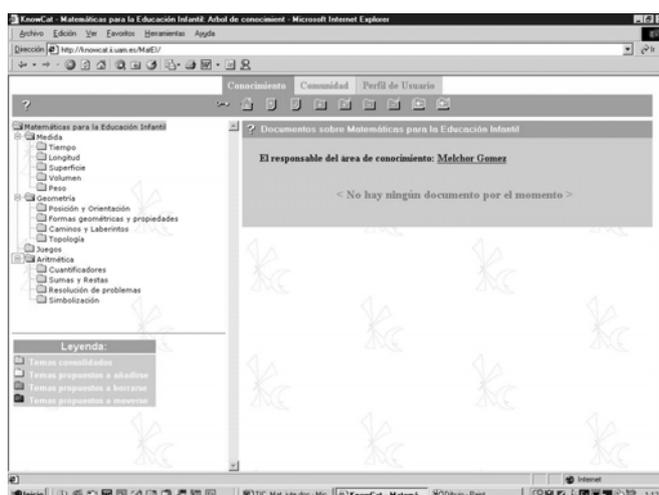


Figura 2. Sesión 4 a 8 (según cada grupo): Organización del trabajo en grupos.

Este trabajo está supervisado por el profesor siempre que ellos pidan esa supervisión. También pueden ir viendo otros trabajos de sus compañeros y opinando sobre ellos, incluso pueden tomar ideas para el suyo propio. Sería una ayuda entre iguales. Al final el trabajo definitivo debe quedar en la red. Pasada la fecha límite se retira el permiso (informáticamente) para modificar los trabajos.

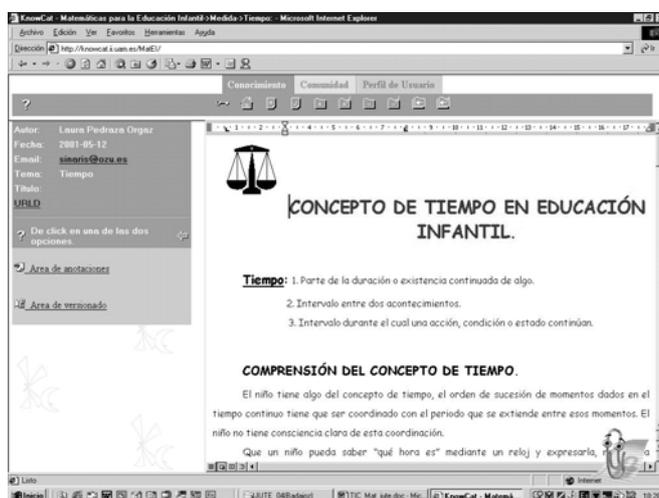


Figura 3. Sesión 9 a 12 (según cada grupo): Evaluación del trabajo.

Una vez determinados los trabajos definitivos, el grupo se dedica a valorar y discutir todos los trabajos cuyo tema sea el mismo que han elegido ellos. Para eso se habilitan al principio del proceso carpetas temáticas, que coinciden más o menos con temas del programa de la asignatura, y cada grupo evaluará a los trabajos que estén en la misma carpeta que el suyo. La evaluación es personal, pero las

discusiones para llegar a ella pueden ser en grupo (de hecho todos lo hacían en grupo).

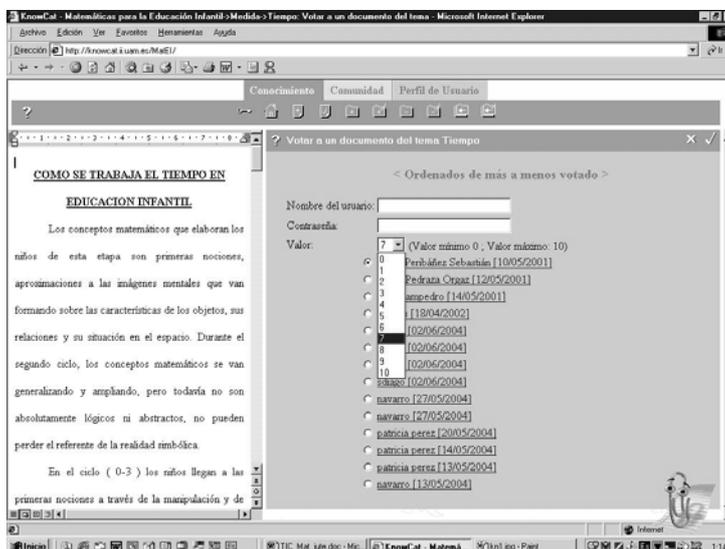


Figura 4. Sesión 13: Análisis de los datos. (Sólo el profesor)

Una vez vencida la última fecha, el sistema ofrece a los usuarios autorizados (en este caso sólo el profesor, pero cabría la posibilidad de que también opinasen otros profesores o incluso expertos en el tema que no fuesen profesores) un informe más detallado. El sistema nos proporciona mediante un servicio de informes cuáles y cómo han sido las participaciones de cada alumno. Podremos por tanto utilizar dichos informes para obtener tanto quienes han realizado documentos de calidad según opinión de los alumnos, lo que es una ayuda muy importante en el trabajo de evaluación de los conocimientos y competencias adquiridas por los alumnos durante el curso. Puede incluir el número de visitas que ha tenido cada trabajo, el tiempo que ha durado cada una de ellas, la valoración que han obtenido, la participación que ha habido, la frecuencias,...

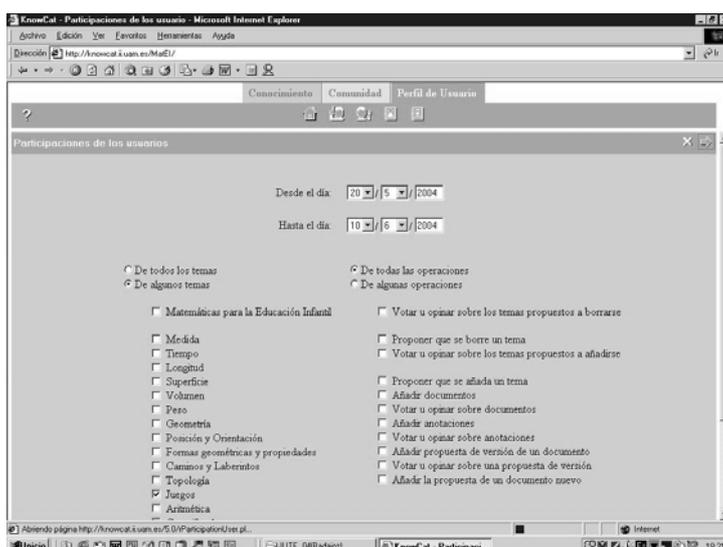


Figura 5. Sesión 14: Catalización de los trabajos mejor valorados.

El sistema, teniendo en cuenta una serie de parámetros, va dejando los trabajos mejor valorados y retirando los que no cumplen ciertos requisitos. Esta selección la hace KnowCat automáticamente, pero es el profesor el que tiene que indicar los límites a partir de los cuales se ha de mantener o retirar un trabajo. Con el paso del tiempo, se van organizando unas carpetas de contenidos matemáticos (que coinciden aproximadamente con una parte del temario) donde quedan los documentos más utilizados por los alumnos y los que mejor valoración han tenido. Es una selección y renovación continua, que lleva a catalización de los conocimientos más aceptados.

## 5. Sistema KnowCat

KNOWCAT [Cobos 2002] es un sistema de gestión de conocimiento y trabajo colaborativo desarrollado por el departamento de Ingeniería Informática de la Escuela Politécnica Superior de la Universidad Autónoma de Madrid. Se trata de un entorno basado en Web que permite la gestión del conocimiento gracias a la interacción de una comunidad de usuarios sin necesidad de un gestor humana, con el objetivo de provocar la selección del conocimiento disponible en un dominio para obtener su mejor representación.

El nombre, KnowCat, es el acrónimo de "Knowledge Catalyser" o "catalizador de conocimiento", haciendo referencia a la propiedad principal de éste: la catalización del proceso de cristalización del conocimiento como resultado de la interacción de los usuarios con dicho conocimiento. Este sistema nos permite la construcción de "lugares" donde podamos encontrar todo el conocimiento relevante y de calidad sobre un área o tema. Dichos lugares son "KnowCat sites" o nodos KnowCat a los que podemos acceder a través de la Web. Se caracteriza por su portabilidad, puede correr en cualquier plataforma; adaptabilidad, se adapta a

las necesidades de los usuarios, y escalabilidad, pueden combinarse varios nodos KnowCat en ordenes superiores.

Puede ser utilizado por grupos de estudiantes que tienen en común una misma asignatura o inquietudes por saber sobre un tema concreto. Para un estudiante que comparte una misma asignatura con otros, el uso del sistema ayudará a entender mejor partes de la materia del curso gracias al conocimiento de otros compañeros y del suyo propio, ya que al sistema será aportado dicho conocimiento y entre todos podrán organizarlo, seleccionar qué es lo más interesante, etc. Para conectarse a un nodo KnowCat, dentro de un navegador o browser que permita la visualización de marcos (frames), deben escribir el URL que haya proporcionado el profesor del curso o el responsable del tema de investigación. En este caso `http://dimos.uam.es/matei`

El tipo de conocimiento con el que trabaja KnowCat es conocimiento explícito [Alle, 1997], es decir, el tipo de conocimiento que puede transmitirse de unos a otros a través de documentos, imágenes y otros elementos, y éste es estable en el tiempo. Ejemplos de este tipo de conocimiento son los que podemos encontrar en enciclopedias o libros de referencia. Este conocimiento está organizado en forma de árbol jerárquico. La raíz del árbol es el tema principal del área de conocimiento a tratar. Cada nodo de árbol representa un tema que contiene dos tipos de elementos:

- Un conjunto de descripciones del tema: direcciones URL de documentos Web que describen el tema en cuestión.
- Un conjunto de subtemas o "refinamientos" en los que se divide el tema: cada uno de ellos es otro nodo KnowCat.

Para cada uno de los dos conjuntos anteriores existirá siempre un elemento dominante (una descripción y un refinamiento), que representarán la versión más aceptada en un momento dado. Cualquier otra descripción o cualquier otro refinamiento presentes serán considerados "candidatos" en pugna por obtener la dominancia a costa de los actuales. Los elementos que no obtienen suficiente éxito al cabo de un tiempo son eliminados de la lista de candidatos. Los dos elementos que forman un nodo KnowCat (descripciones del tema y subtemas de éste) están bajo lo que denominamos un proceso de cristalización de conocimiento [Alaman, 1999]. La cristalización del conocimiento en forma de documentos o descripciones se calcula en función del tiempo que lleve dicho conocimiento en el sistema, el uso de éste (si tiene o no consultas) y la opinión que reciba por parte de los usuarios (a través de un sistema de votaciones).

Sin embargo, no sólo es importante el número de opiniones que se reciben sobre un ítem del repositorio de conocimiento: no debe contar igual la opinión de un usuario experto (un usuario que ha aportado conocimiento que ha conseguido un alto grado de cristalización) que la de un usuario ocasional (que se limita a

observar el conocimiento de los demás). Para considerar este aspecto, el sistema trabaja con lo que denominamos “comunidades virtuales”. Las comunidades virtuales de expertos se forman a partir del árbol de conocimiento. Para cada nodo o tema, su comunidad de expertos está compuesta por los autores de descripciones que han cristalizado en ese tema, en el tema del que descienden (el tema padre), en los temas que tienen como descendientes (sus temas hijos o subtemas directos) y en los temas que están a la misma altura que el primero (temas hermanos). El proceso de cristalización de conocimiento se basa en estas comunidades virtuales. Cuando la aportación de un miembro de la comunidad cristaliza, éste recibe un cierto número de votos que podrá emplear en apoyar a otras aportaciones (y de esta manera opinar sobre ellas) que estén ubicadas en la comunidad virtual donde se encuentra su descripción cristalizada.

Un segundo aspecto es la cristalización de la estructura del árbol de conocimiento. Para ello, los miembros de una comunidad virtual de un tema dado pueden proponer añadir un nuevo subtema, borrar un subtema, o mover un tema de un punto del árbol a otro. Para aprobar el cambio, se emplea de nuevo un mecanismo de votación por parte de los demás miembros de la comunidad, es decir, de los expertos que tienen contribuciones cristalizadas en el entorno del nodo.

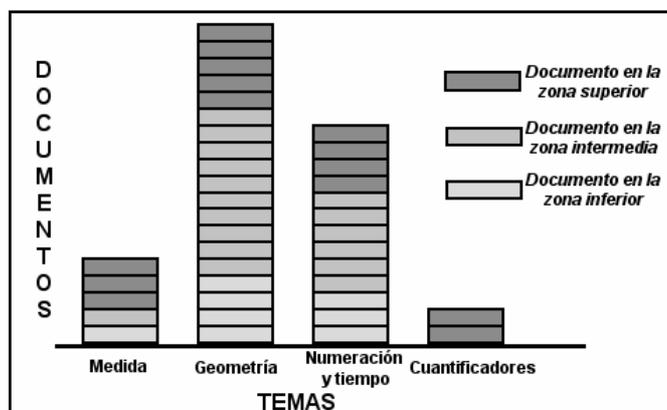
## 6. Resultados

La experiencia estaba planteada para dos grupos de alumnos de 2º de Educación Infantil de la Diplomatura de Magisterio en horarios de mañana y tarde (con lo que no se conocen entre todos). El número de alumnos que participaron fue de 132, la participación obtenida es de un 99 %. Los alumnos se juntaron en grupos para generar documentos, obteniendo al final de la experiencia un total de 114 documentos repartidos entre los 4 temas o carpetas temáticas: Medida, Geometría, Numeración y Tiempo, y Cuantificadores.

Como los alumnos podían elegir el tema sobre el que trabajar tenemos distinto número de documentos en cada tema. Hay 58 documentos en el primer tema, 50 en el segundo, 7 en el tercero y 28 en el último. Con ello resultan 141 documentos: esto es debido a que 27 eran documentos consolidados de años anteriores, y los 114 restantes los nuevos de este curso. Además, ya de forma individual, los alumnos tenían que valorar los documentos que se encontraban en el tema en el cual habían participado con su documento. Podían realizar el número de votaciones que desearan (pero no podían votar a un documento más que una vez), y dichas votaciones podían tener valor entre 0 y 10.

En las clasificaciones o rankings de documentos que muestra el sistema de los dos temas con mayor número de documentos se distinguen tres zonas. La zona superior comprende 4 (en el tema Numeración y Tiempo) ó 5 documentos (en el tema Geometría), los cuales son los que mayor valor medio han obtenido en las

votaciones de los alumnos y son los que están en la parte superior de la clasificación que ofrece el sistema.



La zona inferior comprende de 3 (en el tema Numeración y Tiempo) a 4 documentos (en el tema Geometría) documentos, los cuales son los que muestra el sistema en la parte inferior de la clasificación por ser estos, en mayor medida, los documentos que menor valor medio han obtenido en las votaciones de los alumnos. Los documentos restantes son los que componen la zona media, son los documentos que tanto en opinión de los alumnos (por el valor medio de las votaciones recibidas), como del profesor, son los documentos de calidad intermedia en cada tema.

Las votaciones a los documentos han sido lineal en el tiempo en todos los documentos, y además ocurre que el 95% de los documentos de cada tema reciben casi el mismo número de votos, este 5% de documentos que reciben un número menor de votos es debido principalmente a que estos documentos se entregaron bastante tarde al sistema. En concreto, en los temas con mayor número de documentos el documento que aparece al final de la clasificación fue entregado al sistema un mes más tarde que el primer documento entregado en el sistema, y aunque éste recibe un valor medio en las votaciones algo mayor que documentos que están por encima de él en el ranking, el sistema le ha dado un valor de cristalización menor que los otros, ya que el valor de cristalización de un documento es función del número de votaciones y valor de éstas, el tiempo que lleva el documento en el sistema y los acceso que ha tenido.

Las notas medias de las calificaciones de los alumnos y la nota media de las calificaciones del profesor a lo largo de estos cuatro años de experiencia han sido las siguientes:

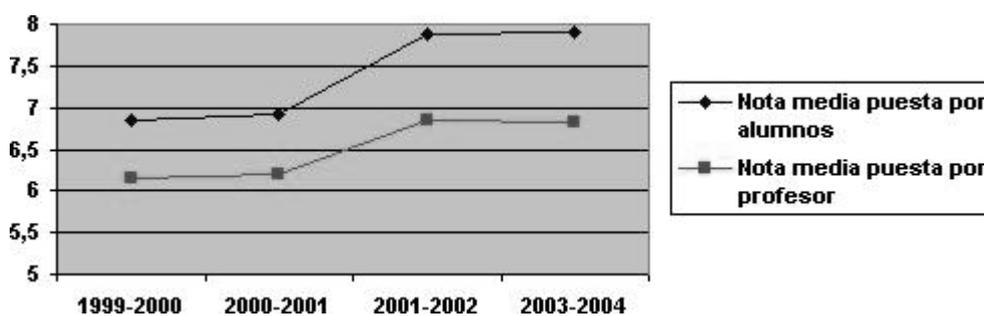


Tabla 1. Notas medias de las calificaciones de alumnos y profesor

La percepción de los trabajos por parte del profesor y por parte de los alumnos se ven con coincidencias y con diferencias atendiendo a las calificaciones que les han otorgado a los ejercicios en las dos etapas diferenciadas: los dos primeros años sin TIC y presencial y los dos posteriores con TIC y semipresencial. Esto es lo que reflejan las tablas siguientes:

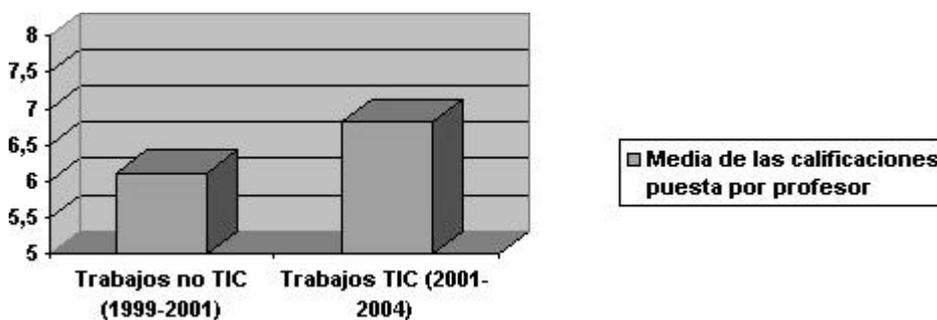


Tabla 2. Media de las calificaciones puesta por profesor

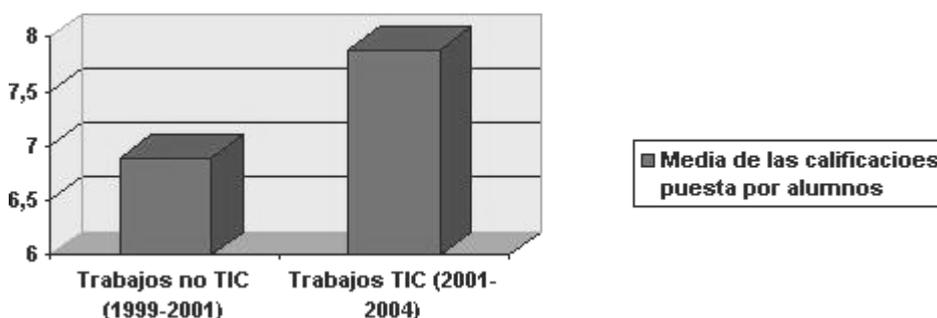


Tabla 3. Media de las calificaciones puesta por alumnos

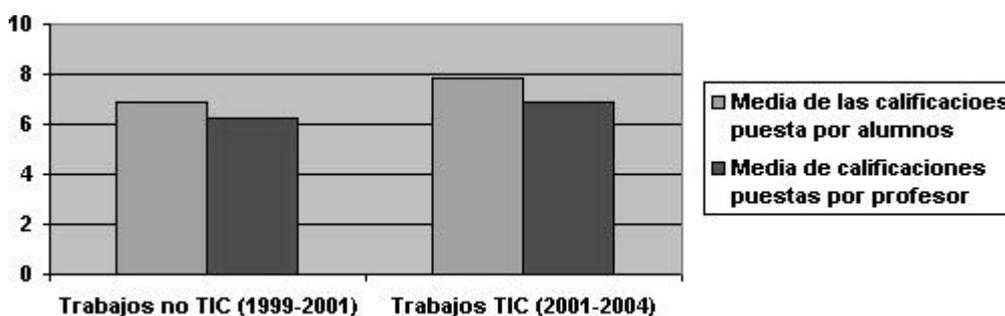


Tabla 4. Media de las calificaciones puesta por alumnos y profesor

Aunque no existe registro numérico de la cantidad de acciones tutoriales –entendiendo por ello cada comunicación profesor-grupo para resolver o tratar cualquier cuestión referida al trabajo propuesto– que se realizaron los años de trabajo en grupo presencial (sin tecnología), es claro y notorio que aumentó este número considerablemente los años de trabajos en grupo con TIC. Por decirlo de otro modo, hubo muchos más encuentros con el profesor por parte de los alumnos cuando hubo TIC.

## 7. Conclusiones

i) Mejora en la calificación de los trabajos (tabla 3). El profesor califica la calidad de los trabajos que realizan los alumnos, y los propios alumnos califican los trabajos de sus compañeros. Las calificaciones obtenidas por los trabajos de los alumnos mejora cuando se usan TIC en su elaboración. Esto se ve tanto en las medias de las calificaciones que el profesor pone a los trabajos como en las medias de las calificaciones que los alumnos hacen de los trabajos de sus compañeros. Esto no implica necesariamente una mejora en la calidad del aprendizaje, pero lo sugiere con fuerza. Una posible explicación sería que el nivel de los cursos a los que se les ha pasado la prueba ha ido mejorando año a año, pero esta percepción no era compartida por ningún otro compañero del centro ni por las calificaciones que estos cursos obtienen en otras disciplinas. Además las calificaciones que los alumnos ponen a los trabajos de sus compañeros (tabla 4 y 5) tienen una mejora mayor aún que la mejora que se produce en las calificaciones que pone el profesor (con el uso de las TIC frente a las que no las usan). Esto al menos es una evidencia de la mayor satisfacción que les produce el trabajo que elaboran usando tecnología.

ii) Percepción del alumno y percepción del profesor. En los trabajos en grupo “presenciales” (sin TIC) hay más cercanía numérica entre las notas que pone el profesor y la que ponen los alumnos, mientras que en los trabajos con TIC esta diferencia entre unas notas y otras se hace mayor. Una de las razones que manejo para explicar esta diferencia podría ser el mayor impacto que tiene el uso de las TIC en los alumnos –menos acostumbrados al uso educativo de tecnología– que les provoca una mayor satisfacción. Esta viene justificada fundamentalmente por la mejora de sus habilidades tecnológicas más que por su mejora en la capacidad

matemática. Otra posible explicación es la mejora estética que sufren las actividades de los trabajos elaborados con tecnología (letra, impresión de dibujos, inserción de cuadros, enlaces, hipervínculos, sonido...) y el mayor impacto que este parámetro tiene en los alumnos. Frente a ello el profesor da más valor al contenido y menos a la presentación. Sin embargo en ambas experiencias hay una coincidencia cualitativa entre profesor y alumnos, es decir, los trabajos mejor valorados por el profesor son los trabajos mejor calificados por los alumnos e igualmente ocurre con lo peor valorados. (Hemos contrastado esta afirmación con los tres mejores y los tres peores). Dicho de otro modo, lo que se distancia es el aspecto cuantitativo, cualitativamente coinciden.

iii) Actuación tutorial. Entendiendo por "actuación tutorial" cada comunicación profesor-grupo para resolver o tratar cualquier cuestión referida al trabajo propuesto es claro y notorio que hubo más actuaciones tutoriales en los años de trabajos en grupo con TIC, que en los de trabajo sin TIC. Aclaremos previamente que el número de horas que los alumnos tenían que dedicar "forzosamente" a hablar con el profesor –actuaciones tutoriales obligatorias– para preparar el trabajo ha sido similar (casi igual) en los cuatro años que se ha realizado el ejercicio. A pesar de ello, mientras que en la etapa presencial (sin TIC) las acciones tutoriales se han restringido casi exclusivamente a los días marcados para ello en cada grupo y apenas 4 ó 5 grupos requieren más encuentros con el profesor (al año) para aclarar cuestiones, en los años en que se ha usado TIC hubo las mismas tutorías obligatorias pero muchas más para dudas y aclaraciones (tanto presenciales como telemáticas). Un aspecto que justifica este aumento es la aparición de dudas de tipo tecnológico –uso del sistema, problemas con los ficheros, el ordenador– que no había en la etapa sin TIC. Pero también ha habido muchas de tipo epistemológico que anteriormente no se planteaban. Si tenemos en cuenta solamente el número de actuaciones tutoriales los años en que se ha usado TIC, éstas han descendido. Se puede explicar por la optimización de los materiales y la corrección de dificultades del año anterior, especialmente las relacionadas con la tecnología.

## 8. Algunas intuiciones

Los resultados nos muestran que hay consenso entre los alumnos para determinar cuales son los mejores y cuales los peores documentos que describen un tema. Y como hemos visto, las opiniones de los alumnos coinciden mayoritariamente con la del profesor de la asignatura lo cual nos indica que las opiniones de los alumnos han evaluado y valorado de manera adecuada el trabajo realizado entre todos sin necesidad de supervisión y de manera distribuida.

Los alumnos aprenden y experimentan un método de aprender y trabajar diferente, que potencia y promueve el trabajo en equipo. El trabajo en equipo es una de las cualidades que siempre se señalan como fundamentales en un profesional de la educación, y que menos se trabaja a nivel práctico en la diplomatura. No necesitan trabajar todos al mismo tiempo, ni siquiera en el mismo

lugar. Esta flexibilidad de trabajo, en unos estudios con tantas asignaturas, es una de las ventajas que mejor acogida tiene entre los estudiantes. "Copiar y pegar" deja de ser una estrategia óptima de trabajar, y la sustituyen por "argumenta y mejora". Como van poniendo poco a poco su documento hasta llegar al definitivo y a la vez disponen del de otros grupos que están trabajando en lo mismo, en vez de dedicarse a copiar sin más, discuten y mejoran lo que van viendo.

Para plantear a los compañeros lo que uno ha encontrado y quiere proponer al grupo, obliga a formalizar en cierta manera lo que quiere comunicar. Poner en palabras el propio conocimiento (bien con mensajes a otros grupos, bien dialogando con los del propio grupo) lleva a más conocimiento. Se autoafirma mi conocimiento. Los alumnos que participan en la elaboración del trabajo tienden a justificar por qué se hicieron las cosas de una forma determinada. Lo interesante es que estas justificaciones hacen explícita la estrategia usada para llegar a las conclusiones. Los resultados obtenidos nos dan evidencia de que el sistema es útil para conseguir motivar a los alumnos con el fin de construir entre todos y de manera incremental un repositorio de conocimiento que irá mejorando con el paso del tiempo.

#### 9. Referencias bibliográficas

- Alaman, X, Cobos, R. (1999) KnowCat: a Web Application for Knowledge Organization. *Proceedings of the World-Wide Web and Conceptual Modeling (WWWCM'99)*, Paris, November, 1999. P.P Chen et al (Eds). Lecture Notes in Computer Science 1727, pp. 348-359.
- Allee, V. (1997). *The Knowledge Evolution*. Butterworth Heinemann, Boston.
- Coleman, D. *Groupware: Collaborative Strategies for Corporate LANs and Intranets*. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, 1997.
- Balacheff, N y Kaput, J. (1996). Computer-Based Learning Environments in Mathematics. En *Internacional Handbook of Mathematics Education*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Cobos, R, Alamán, X. (2002). Cristalización del conocimiento de una comunidad de usuarios. In *Procc. Of IV Congreso Internacional de Interacción Persona-Ordenador*. Madrid, España. 8-10, Mayo, 2002: pp. 128-135.
- Hill, W., Stead, L., Rosenstein, M. & Furnas, G. (1995). Recommending and Evaluating Choices in a Virtual Community of Use. *CHI95*, ACM Press, New York, pp. 194-201.