

**INNOVACIÓN EDUCATIVA SOBRE APRENDIZAJE
COLABORATIVO CON CMAPTOOLS EN LA FORMACIÓN
INICIAL DOCENTE**

**EDUCATIONAL INNOVATION ON COLLABORATIVE LEARNING WITH
CMAPTOOLS IN THE INITIAL TEACHER TRAINING**

**INOVAÇÃO EDUCATIVA SOBRE APRENDIZAGEM COLABORATIVO COM
CMAPTOOLS NA FORMAÇÃO INICIAL DOCENTE**

*Alfonso Pontes, Rocío Serrano, Juan Manuel Muñoz e
Isabel López*

Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa 2011 - Volumen 4, Número 2

<http://www.rinace.net/riee/numeros/vol4-num2/art8.pdf>

Fecha de recepción: 17 de agosto de 2011
Fecha de dictaminación: 13 de octubre de 2011
Fecha de aceptación: 26 de octubre de 2011

Numerosos trabajos realizados en las últimas décadas han puesto de manifiesto la utilidad de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) para mejorar la calidad de la educación y la formación docente (Da Ponte, 2004; Peirano y Domínguez, 2008). En la extensa literatura existente sobre las aplicaciones educativas de las TIC se han descrito numerosas herramientas y sus ventajas tanto específicas como generales (Pontes, 2005). En esta área de trabajo pensamos que es necesario aprovechar las grandes posibilidades que nos brindan actualmente estas herramientas para enriquecer los ambientes de aprendizaje (Piedrahita, 2006) y para favorecer el desarrollo de innovaciones docentes que aproximen el mundo de la investigación a la compleja realidad de las aulas (Trahtemberg, 2004).

Considerando la especial importancia del profesorado en los procesos educativos pensamos que es importante fomentar el desarrollo de cualidades y destrezas docentes ligadas al uso práctico y motivador de las TIC en la formación inicial del profesorado de todos los niveles, de modo que los futuros profesores se acostumbren a manejar tales instrumentos con familiaridad y los incorporen a su actividad educativa cuando accedan al ejercicio de la profesión docente. Por tal motivo, estamos desarrollando un proyecto de investigación en el que se utilizan mapas conceptuales y mapas mentales, elaborados con diversas herramientas informáticas, como recursos orientados al desarrollo de tales competencias docentes en la formación inicial de maestros y profesores de secundaria (Muñoz, Serrano y Pontes, 2011).

Aunque el proyecto general es más amplio, ya que cubre diversas dimensiones de la formación pedagógica inicial del profesorado de varios niveles educativos, en este trabajo solo se exponen los primeros resultados de una innovación didáctica, centrada en el uso de mapas conceptuales como actividades de aula que pueden favorecer un proceso de aprendizaje reflexivo, significativo y colaborativo en los estudios de magisterio. En este proceso desempeña un papel importante el uso del software CmapTools, como recurso que permite una integración efectiva de las TIC en el aula (González García, 2008). La principal finalidad de este estudio consiste en conocer las opiniones de los estudiantes acerca del proceso de aprendizaje seguido, y la valoración que hacen de las estrategias y recursos utilizados durante el desarrollo de esta experiencia, al objeto de introducir mejoras educativas en la formación inicial del profesorado en posteriores etapas de este proyecto de investigación.

1. FUNDAMENTACIÓN

Desde hace tiempo hemos observado la importancia formativa de usar actividades de representación del conocimiento en el proceso de formación inicial docente (FID), como medio para fomentar el aprendizaje reflexivo. Aunque existen diferentes técnicas de representación del conocimiento para nosotros tiene un especial interés el uso de mapas conceptuales, ya que en la actualidad existen numerosos recursos TIC que ayudan a elaborar representaciones de gran calidad visual y al mismo tiempo favorecen la implantación de métodos activos de enseñanza (Pontes y Serrano, 2005).

El mapa conceptual de un tema se estructura como una red de proposiciones entre conceptos, unidos mediante frases breves o palabras de enlace. En el mapa se organizan dichos elementos, relacionándose gráficamente y formando cadenas o unidades semánticas que poseen un significado. Este modelo de representación del conocimiento ayuda a reconocer visualmente los conceptos más importantes del tema, las relaciones entre ellos, la forma de organización jerárquica en grados de dificultad o de importancia y permiten construir una imagen mental de la información que estamos procesando (Novak y Gowin, 1988). Así los profesores y alumnos disponen de un recurso útil para organizar, sintetizar y comunicar lo que saben sobre un tema determinado (Ontoria, 1992). Por tanto, los mapas conceptuales pueden

utilizarse como recursos docentes por parte del profesor, a la hora de mostrar información sintética y estructurada sobre un tema, o pueden utilizarse como actividades de aprendizaje que desarrollan los alumnos cuando abordan el estudio de un tema.

El uso educativo de los mapas conceptuales se fundamenta inicialmente en la teoría del aprendizaje significativo y posteriormente se conecta con la visión constructivista sobre los procesos de enseñanza y aprendizaje (Novak, 1991), donde los conocimientos previos del alumno pueden interpretarse en términos de esquemas cognitivos. Tales esquemas no sólo se caracterizan por la cantidad de conocimientos que contienen, sino también por su nivel de organización interna, es decir, por las relaciones que se establecen entre los conocimientos que se integran en un mismo esquema y por el grado de coherencia entre dichos conocimientos. El aprendizaje, por tanto, consiste en incorporar a la estructura de memoria nuevos conocimientos, integrándolos de forma comprensiva, para poder recuperarlos y usarlos cuando se necesita. Al mismo tiempo, la enseñanza de calidad consiste en procurar que el alumno construya conocimientos significativos, relacionando la nueva información con la estructura cognitiva previa, mediante procesos mentales en los que cobra gran importancia la reflexión y la metacognición. Desde esta perspectiva cobra importancia el uso educativo de los mapas conceptuales como instrumentos de representación del conocimiento, tanto de docentes como de estudiantes, y el uso de recursos informáticos que favorecen su implementación visual (Ríos, López, Lescano, Hernández y García, 2007).

Los mapas conceptuales son especialmente útiles en educación cuando los alumnos aprenden a construir sus propios modelos mentales, de forma individual o trabajando en grupo, integrándose como actividades que se desarrollan en el marco de una metodología educativa de carácter constructivista. Para ello hay que enseñarles algunas técnicas básicas de elaboración de mapas conceptuales, a partir de la lectura de un texto o haciendo un resumen de un tema, de modo que al dibujar el mapa los aprendices van representando de forma visual cómo piensan y cómo se relacionan los conceptos que poseen sobre el tema (Pontes y Serrano, 2008). El desarrollo de tales actividades, en el aula o en su lugar habitual de estudio, les puede ayudar a tomar conciencia de sus conocimientos previos, a organizar la nueva información relacionándola con la de temas anteriores y a elaborar resúmenes o síntesis, diferenciando lo fundamental de lo accesorio, de manera que el mapa conceptual se convierte en una herramienta adecuada para facilitar el recuerdo de todo lo que ha estudiado y sintetizado (Novak y Cañas, 2005). También se ha constatado que los mapas conceptuales ayudan a las personas a trabajar y pensar como grupo, sin perder su individualidad, pero favoreciendo el aprendizaje cooperativo (De Arriba, 2008). Tales características permiten considerar a los mapas conceptuales como una actividad educativa de gran importancia para la formación docente inicial (Campos, Garrido y Castañeda, 2009) y permanente (González, Guruceaga, Pozueta y Porta, 2010), ya que utilización en el aula supone poner en práctica un método de trabajo activo y colaborativo (Abuseileek, 2011). Desde las perspectivas de este trabajo, los mapas conceptuales tienen un interés añadido porque permiten ser elaborados con diferentes recursos informáticos como CmapTools, Visio, Macosofot, Prezi y otros. En la tabla 1 se muestran algunos enlaces que permiten acceder a páginas Web donde existe abundante información sobre tales recursos informáticos.

En un trabajo anterior se han expuesto las características y aplicaciones educativas de algunas de estas herramientas, especialmente de *CmapTools* (Pontes y Serrano, 2008), que es el instrumento utilizado en esta innovación, de modo que no es necesario extenderse en su descripción. Este software ofrece la posibilidad de construir y modificar mapas conceptuales de una manera sencilla, pero además permite a los usuarios colaborar a distancia en la construcción de sus mapas, publicarlos para que cualquier

persona pueda acceder a ellos en Internet, agregarle recursos a sus mapas para complementar sus contenidos y hacer búsquedas en la Web relacionadas con el mapa (Cañas, 2004). También es fácil hacer enlaces entre mapas conceptuales, de modo que los aprendices pueden construir modelos de conocimiento, que son colecciones de mapas conceptuales sobre un tema en particular con recursos ligados, demostrando así que su comprensión sobre un dominio no está limitado a un solo mapa conceptual (Daley, Cañas y Stark, 2007). Por tanto, esta herramienta brinda un apoyo extenso para el trabajo colaborativo durante la construcción de mapas conceptuales, que pueden ser guardados en Servidores Cmap del IHMC, para que cualquier persona puede acceder a ellos en Internet. A través de tales servidores, usuarios de todas las edades y disciplinas, han publicado miles de mapas sobre todos los temas y dominios (Novak y Cañas, 2006). Por otra parte, acerca de esta herramienta existen en Internet numerosos enlaces a vídeos y tutoriales de ayuda, en cualquier idioma, que permiten aprender a usarla de un modo rápido y sencillo.

TABLA 1. ENLACES A RECURSOS TIC ÚTILES PARA CREAR MAPAS CONCEPTUALES

RECURSOS TIC	ENLACES DE INTERÉS
CmapTools	http://cmap.ihmc.us/
Prezi	http://prezi.com/
Macosoft	http://www.ecured.cu/index.php/MACOSOFT
Visio	http://www.microsoft-visio.com/

El uso de Cmap Tools en educación ha alcanzado un notable prestigio internacional en la última década, ya que numerosas instituciones de diferentes países contribuyen a la financiación de los proyectos del IHMC, con objeto de que esta herramienta se mantenga como un software libre, gratuito y accesible sin limitaciones a todo el mundo. Por otra parte este recurso TIC está sirviendo de vehículo al desarrollo de numerosas investigaciones educativas, en diferentes áreas y temáticas, que ponen de manifiesto su utilidad en la mejora del aprendizaje significativo que realizan estudiantes de Matemáticas (Serhan, 2009), de Química (López, Kim, Nandagopal y otros, 2011), de Biología (Luckie, Harrison y Ebert-May, 2011), de magisterio (Campos *et al.*, 2009) o en la autoformación de profesores en ejercicio (González *et al.*, 2010). La mayoría de estos trabajos conceden gran valor a la construcción de mapas conceptuales con herramientas TIC, como estrategias que mejoran los procesos de formación y, sobre todo, debido a que favorecen la motivación de los sujetos por el aprendizaje (Gwo-Jen, Po-Han y Hui-Ru, 2011).

En relación con el uso educativo de CmapTools hemos de indicar que el eje central de nuestro proyecto de renovación de la formación inicial docente consiste en fomentar el desarrollo de competencias docentes, que resulten útiles para mejorar la compleja educación actual, en la que profesores y alumnos deben trabajar con las TIC como recursos que enriquecen el contexto educativo, ampliando las posibilidades de aprender mejor (Gallego, Gámiz y Gutiérrez, 2010). Al mismo tiempo tratamos de desarrollar actividades orientadas a fomentar la formación de profesores reflexivos y capaces de colaborar en equipo (Perrenoud, 2004; Cano, 2005), tanto en la formación inicial de maestros como de profesores de enseñanza secundaria.

Para alcanzar tales metas hemos diseñado un proyecto de trabajo de varias etapas. En la primera fase hemos llevado a cabo una innovación educativa con estudiantes de magisterio, centrada en elaborar mapas conceptuales con CmapTools, y obtener datos sobre las contribuciones de dicha innovación para la mejora de la formación inicial docente, por tratarse de un tema en el que se necesita desarrollar más investigaciones empíricas (Campos *et al.*, 2009). En este primer estudio se muestran las opiniones de los

profesores en formación acerca del proceso de aprendizaje desarrollado y de los recursos empleados en la experiencia.

2. DISEÑO DE LA EXPERIENCIA

2.1. Hipótesis y objetivos

En este proyecto de innovación estamos tratando de conocer mejor cómo influye la elaboración de mapas conceptuales con recursos TIC en la mejora de la formación inicial docente, mediante la aplicación de una metodología activa que se está utilizando actualmente en diversas materias de los planes de estudio de magisterio y del máster de profesorado de enseñanza secundaria. La hipótesis principal de este estudio, sustentada en el marco teórico y la revisión de la literatura que se ha expuesto anteriormente, es la siguiente: "Los futuros profesores que utilizan CmapTools para elaborar mapas conceptuales compartidos, en el proceso de formación inicial, aprenden a elaborar modelos mentales representativos de su propio conocimiento, valorando favorablemente la utilización de tales recursos como instrumentos de aprendizaje comprensivo y colaborativo".

Para la contrastación de esta hipótesis nos vamos a centrar en analizar un conjunto de datos recogidos en la primera experimentación de una innovación docente realizada en la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Córdoba (Muñoz *et al.*, 2011). Como ejemplo del método de trabajo seguido nos vamos a referir en este artículo a la materia " *La escuela Infantil en el Sistema Educativo* ", correspondiente al primer curso del Grado de Magisterio en Educación Infantil. Los contenidos de la materia que se han desarrollado durante la experiencia han sido los bloques temáticos impartidos, en el segundo cuatrimestre del curso, por una de las autoras de este trabajo y que se refieren a los aspectos siguientes: *Conceptualización de la escuela Infantil como organización: La comunidad educativa; La estructura organizativa de la Educación Infantil; La planificación en la organización de centro; Evaluación de la Escuela Infantil; La cultura organizativa de las Escuelas Infantiles*. Los ejemplos de mapas conceptuales que se mostrarán posteriormente se refieren a tales bloques temáticos. Los objetivos concretos de esta innovación son los siguientes:

- Aprender a elaborar mapas conceptuales como actividades de interés para el profesorado en formación, tratando de valorar las características del proceso de instrucción seguido para aprender esta técnica de representación del conocimiento y sus posibles funciones educativas.
- Adquirir destrezas en el uso educativo de las TIC, mediante el uso del software CmapTools para elaborar mapas conceptuales sobre los contenidos de diversas materias del currículum, valorando las características de dicha herramienta y sus aplicaciones educativas.
- Favorecer el trabajo en equipo y el aprendizaje colaborativo, mediante la elaboración con CmapTools de mapas conceptuales compartidos, sobre los temas de las asignaturas involucradas en la experiencia, valorando las características de este proceso.

2.2. Metodología y enseñanza

Para alcanzar los citados fines, el profesorado participante en la experiencia ha desarrollado una metodología activa, basada en la realización de actividades de aula, entre las que hay que destacar la elaboración de mapas conceptuales por parte de los estudiantes y su implementación con recursos

informáticos. Por ello, al inicio de la experiencia se han impartido varios seminarios dedicados a explicar la técnica de elaboración manual de mapas conceptuales, siguiendo las pautas expuestas en diversas obras (Novak y Gowin, 1987; Pontes y Serrano, 2008) y después los alumnos han desarrollado en el aula ejemplos prácticos de diferente grado de dificultad. También han aprendido a manejar el programa CmapTools, instalado en los ordenadores del aula de informática del centro, para poder implementar los mapas conceptuales mediante una herramienta TIC bien conocida y fácil de usar.

Cuando hemos constatado que los alumnos se han familiarizado con la elaboración de mapas conceptuales y el manejo de CmapTools, se han comenzado a trabajar los bloques temáticos de la asignatura usando tales recursos para realizar actividades de aprendizaje individual y grupal en el aula. Tras exponer el profesor las ideas clave de cada tema y mostrar los documentos complementarios que se podían consultar en el aula virtual, los estudiantes debían comenzar a esbozar el mapa conceptual resumen del tema de forma individual. Después se trabajaba en pequeño grupo para elaborar un mapa colectivo de forma consensuada, tratando de compaginar el aprendizaje individual con el trabajo grupal. Posteriormente, se intentaba profundizar en el proceso de aprendizaje colaborativo, a nivel de gran grupo, mediante la exposición e intercambio de mapas conceptuales entre los diversos equipos de trabajo, realizando aportaciones cada uno de los grupos a los distintos mapas que iban visualizando. Tras incorporar las aportaciones procedentes del gran grupo, los equipos de trabajo procedían a reelaborar la síntesis de cada tema, en forma de mapa conceptual desarrollado con CmapTools. Durante todo este proceso de aprendizaje el profesorado ha actuado ayudando a mejorar los mapas que elaboraban los alumnos y resolviendo las dudas que pudieran surgir, tanto en la representación del conocimiento mostrado en el mapa como en el manejo del software citado.

Los mapas conceptuales de los grupos de trabajo se ubicaban finalmente en el aula virtual de la asignatura (utilizando la plataforma de E-learning 'Uco-Moodle' de la Universidad de Córdoba), con objeto de que todos los alumnos del curso puedan acceder a ellos y puedan utilizarlos después como herramientas de estudio individual de los temas de la asignatura. Algunos ejemplos de tales mapas se muestran en un apartado posterior de este trabajo. Al final del proceso el profesorado ha valorado la calidad de los mapas conceptuales elaborados por los grupos de alumnos, como parte de la evaluación del aprendizaje desarrollado en cada bloque de contenidos.

2.3. Participantes

Los alumnos que han participado en esta investigación han sido encuestados, en varios momentos del desarrollo de la experiencia, mediante dos cuestionarios destinados a recoger sus opiniones sobre diversos aspectos relacionados con el uso educativo de recursos TIC y de mapas conceptuales durante el proceso de formación inicial docente. En la primera fase de esta experiencia se han recogido datos correspondientes a 115 estudiantes de primer y segundo curso de Magisterio de la Universidad de Córdoba, que cursaban varias materias donde se ha aplicado el mismo método de trabajo docente descrito antes. En primer curso se han recogido datos de 82 sujetos (integrados en dos grupos o clases diferentes) y en segundo curso se han recogido datos de un grupo de 33 estudiantes. El ochenta y cuatro por ciento de la muestra eran mujeres y el restante dieciséis por ciento eran hombres. La edad media del conjunto era de 20'9 años.

2.4. Instrumentos y técnicas de investigación

Para analizar las opiniones del alumnado, acerca del proceso de formación desarrollado y de los recursos empleados, se han utilizado varias cuestiones abiertas y un test de valoración de proposiciones. Como

registros complementarios también se han tenido en cuenta los datos personales de cada estudiante y las anotaciones del profesorado en el diario de aula sobre el desarrollo de las diferentes actividades realizadas en el aula.

En primer lugar se ha utilizado un conjunto de cuestiones abiertas, integradas en la programación de las actividades de aula, que los estudiantes han respondido de forma individual en diferentes momentos de la experiencia educativa. Tales preguntas, que se muestran en el cuadro 1, estaban destinadas a recoger datos relacionados con los primeros objetivos de este estudio. El análisis de tales datos ha sido de tipo cualitativo y ha consistido en clasificar las ideas en diferentes categorías y hacer un recuento de las frecuencias de cada categoría.

CUADRO 1. EJEMPLOS DE CUESTIONES ABIERTAS INCLUIDAS EN LA PROGRAMACIÓN DE ACTIVIDADES DE AULA

1. *¿Cómo valoras el proceso de aprender a elaborar mapas conceptuales?*
 - a) *Explica cuáles son los aspectos más relevantes de dicho proceso*
 - b) *Indica qué ventajas educativas o qué funciones pueden desempeñar tales actividades en la formación docente.*
2. *Realiza una valoración personal sobre el uso de CmapTools como recurso informático para la elaboración de mapas conceptuales, indicando las principales ventajas o utilidades de dicho recurso.*

Al finalizar la experiencia se ha aplicado un cuestionario de escala likert bastante extenso, que se está utilizando en el marco general de nuestro proyecto de investigación para cubrir un número de objetivos más amplio (Muñoz *et al.*, 2011), aunque en este estudio sólo se analizan los resultados relacionados con un conjunto parcial de ítems destinados a valorar la experiencia de elaboración de mapas conceptuales en grupo. En tales ítems, que se muestran en el cuadro 2, los estudiantes debían valorar el grado de acuerdo o desacuerdo con cada proposición en una escala de 4 niveles (nada, poco, bastante, mucho). Tras la recogida y tabulación de los datos recogidos con este cuestionario, se procedió al análisis cuantitativo de los mismos usando el paquete estadístico SPSS (Versión 15.0) y se realizaron una serie de pruebas estadísticas orientadas a comprobar la validez y fiabilidad del instrumento empleado para valorar el cuarto objetivo de este estudio.

CUADRO 2. TEST DE OPINIONES SOBRE EL PROCESO DE APRENDIZAJE COLABORATIVO

Indicar el grado de acuerdo con las siguientes proposiciones sobre la elaboración de mapas conceptuales en grupo mediante CmapTools, con arreglo a la siguiente escala de valoración: Nada (1), Poco (2), Bastante (3) y Mucho (4).

- a) *Se fomenta el respeto entre compañeros/as* _____
- b) *Se desarrolla la seguridad en uno mismo en el momento de compartir una idea* _____
- c) *Se facilita la comprensión de los temas trabajados* _____
- d) *Se incrementa la capacidad de empatizar con los compañeros/as* _____
- e) *Se facilita la elaboración del mapa* _____
- f) *Su uso repercute en la mejor resolución de dificultades* _____
- g) *Se facilita el desarrollo de debates* _____
- h) *Se fomenta el rendimiento en la dinámica grupal* _____
- i) *Se favorece el clima del trabajo en grupo* _____
- j) *Se potencia la aportación de ideas en el grupo* _____
- k) *Se mejoran las relaciones personales en el grupo* _____

Además de tales instrumentos de recogida de opiniones del alumnado, los profesores han ido registrando en el diario de aula diferentes datos relativos al ritmo de desarrollo de las actividades propuestas, las dificultades que han surgido a los alumnos al aprender la técnica de elaboración de los mapas

conceptuales y las dudas o problemas para aprender a manejar el software CmapTools. Finalmente, en esta experiencia docente también se ha valorado la calidad de los mapas conceptuales elaborados por los grupos de alumnos, como parte del proceso de evaluación del aprendizaje desarrollado, usando algunos de los criterios de evaluación expuestos por Novak y Gowin (1988), como son el número de conceptos incluido en cada mapa, la relevancia de tales conceptos para sintetizar las ideas clave del tema, la organización jerárquica de los mismos, el número de relaciones de enlace entre los conceptos, etc. Sin embargo, los resultados de este análisis se mostrarán en un trabajo posterior, ya que -por limitaciones de espacio- en este artículo nos vamos a centrar en analizar las opiniones del alumnado que están directamente relacionadas con los objetivos de este estudio.

3. RESULTADOS

Para presentar y analizar los resultados obtenidos en este estudio vamos a considerar varias secciones, relacionadas con los distintos objetivos propuestos, ya que se han utilizado diferentes instrumentos de indagación y diferentes técnicas de análisis.

3.1. La elaboración de mapas conceptuales y sus funciones educativas

Nuestra primera meta era conseguir que los futuros docentes aprendan a elaborar mapas conceptuales como actividades de interés formativo para el ejercicio posterior de la docencia y reflexionen sobre sus posibles funciones educativas. Por ello, tras enseñarles a realizar mapas conceptuales se les ha pedido que valoren el proceso desarrollado, indicando los aspectos más relevantes del mismo (cuadro 1, actividad 1a). Aunque la actividad planteada tiene el formato de cuestión abierta, el profesorado ha apuntado en la pizarra diversos ítems que podrían tenerse en cuenta al hacer dicha valoración, con objeto de favorecer la categorización de ideas y el recuento de frecuencias. A continuación se muestran las ideas más frecuentes sobre esta cuestión y entre paréntesis las frecuencias relativas (tanto por ciento) que permiten valorar el grado de extensión de tales opiniones, teniendo en cuenta que la suma de los porcentajes que se citan en el conjunto de tales ideas es superior a cien, debido a que la mayoría de los alumnos encuestados registran un número amplio de ideas en su respuesta.

3.1.1. Dificultades de los estudiantes cuando aprenden a elaborar mapas conceptuales

- Consideran que han necesitado dedicar bastante tiempo y esfuerzo (36'5)
- Piensan que es importante la práctica reiterada y tener paciencia (32'2)
- Han experimentado dudas o confusiones durante el aprendizaje de esta técnica (31'3)
- No les parece fácil estructurar el conocimiento que se desea representar (27'9)
- Les cuesta más trabajo seleccionar las ideas principales de un tema (25'2)
- Tuvieron dificultades para organizar la distribución espacial de los conceptos del mapa (20'0)
- Encontraron problemas de adaptación y familiarización con la técnica (18'3)

3.1.2. Impresiones complementarias sobre la elaboración individual de mapas conceptuales

- Se han sentido motivados y optimistas al aprender la técnica de elaboración de mapas (40'9)
- Encuentran su elaboración como una actividad interesante o divertida (41'7)

- La elaboración de mapas conceptuales requiere reflexión y esfuerzo intelectual (38'3)
- Toman conciencia del cambio metodológico que supone esta actividad (30'4 %)

Tales opiniones indican que han existido algunas dificultades durante el aprendizaje de la técnica de elaboración de mapas conceptuales, pero en general existe una valoración satisfactoria acerca de dicho proceso, destacando especialmente el carácter motivador que supone realizar este tipo de actividades. De las *anotaciones del diario de aula* del profesorado, se deduce que los alumnos de 1º y 2º curso de magisterio aprenden de forma rápida a elaborar individualmente mapas conceptuales en un par de sesiones de clase dedicadas al tema. Es cierto que al principio se aprecian defectos formales en su construcción (a veces faltan conceptos importantes en un mapa, en general faltan muchas relaciones o proposiciones en las líneas de enlace entre conceptos, presentan una jerarquía de conceptos deficiente, muestran una distribución espacial de conceptos poco uniforme,...) pero tales deficiencias se van superando con la práctica posterior.

Otra meta de este proyecto consiste en ayudar a los futuros profesores a comprender la funcionalidad educativa de los mapas conceptuales y llegar a valorar sus posibilidades para mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje o para desarrollar un enfoque reflexivo en la formación inicial docente (Pontes y Serrano, 2008). Por ello les hemos pedido que indiquen cuáles pueden ser las principales funciones de los mapas conceptuales en la enseñanza (cuadro 1, actividad 1b), con objeto de que reflexionen en las posibles ventajas de su aplicación educativa, a partir de su propia experiencia. También en este caso, durante el desarrollo de la actividad de aula, el profesorado ha sugerido diversos ítems a tener en cuenta en dicha valoración, lo cual puede haber influido en el hecho de que la mayoría de los alumnos incluyen un número amplio de ideas en sus respuestas a dicha pregunta.

3.1.3. Opiniones sobre las funciones educativas de los mapas conceptuales

- Los mapas conceptuales elaborados por los alumnos favorecen la organización de la memoria y la recuperación de la información (47'8)
- Mejoran la comprensión de los contenidos de un tema y la eficacia del aprendizaje (46'9)
- Requieren esfuerzo pero ayudan a relacionar conceptos y construir nuevas ideas (45'2)
- Favorecen la síntesis de la información y la organización de los contenidos (42'6)
- Pueden llegar a ser una buena técnica de estudio (41'7)
- Pueden ser un recurso docente útil para mejorar la explicación de un tema (39'1)
- Constituyen una actividad que desarrolla la creatividad (36'5)
- Pueden ser útiles para realizar exposiciones y favorecer la comunicación (33'2)

Tales resultados indican que la mayoría de los estudiantes de esta experiencia comprenden y aprecian favorablemente la funcionalidad educativa de los mapas conceptuales para mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje (comprensión, recuperación de información, comunicación,...) y desarrollar cualidades importantes para un profesor como son la actitud reflexiva, la creatividad, o el esfuerzo que supone sintetizar y organizar mejor el propio conocimiento (González *et al.*, 2010). En una actividad posterior de debate general sobre las funciones educativas de los mapas conceptuales, recogida en el diario de aula del profesorado, se registran datos de intervenciones de alumnos referidas a otras ventajas

de tales actividades (renovar la metodología del trabajo en el aula, mejorar los procesos de visualización mental y memorización, facilitar el repaso de contenidos,...).

3.2. El uso de CmapTools en la formación de maestros

El segundo objetivo de este estudio consiste en conseguir que los futuros profesores adquieran destrezas en el uso educativo de las TIC, usando el software CmapTools para elaborar mapas conceptuales sobre los contenidos de diversas materias del currículum y pedirles que valoren después las características de dicha herramienta o sus aplicaciones educativas. Por ello, tras suministrar unos conocimientos básicos sobre el manejo de esta herramienta los estudiantes han procedido a implementar en CmapTools los mapas conceptuales diseñados previamente en papel, para poder archivarlos y modificarlos o reconstruirlos después.

3.2.1. Mapas conceptuales del alumnado

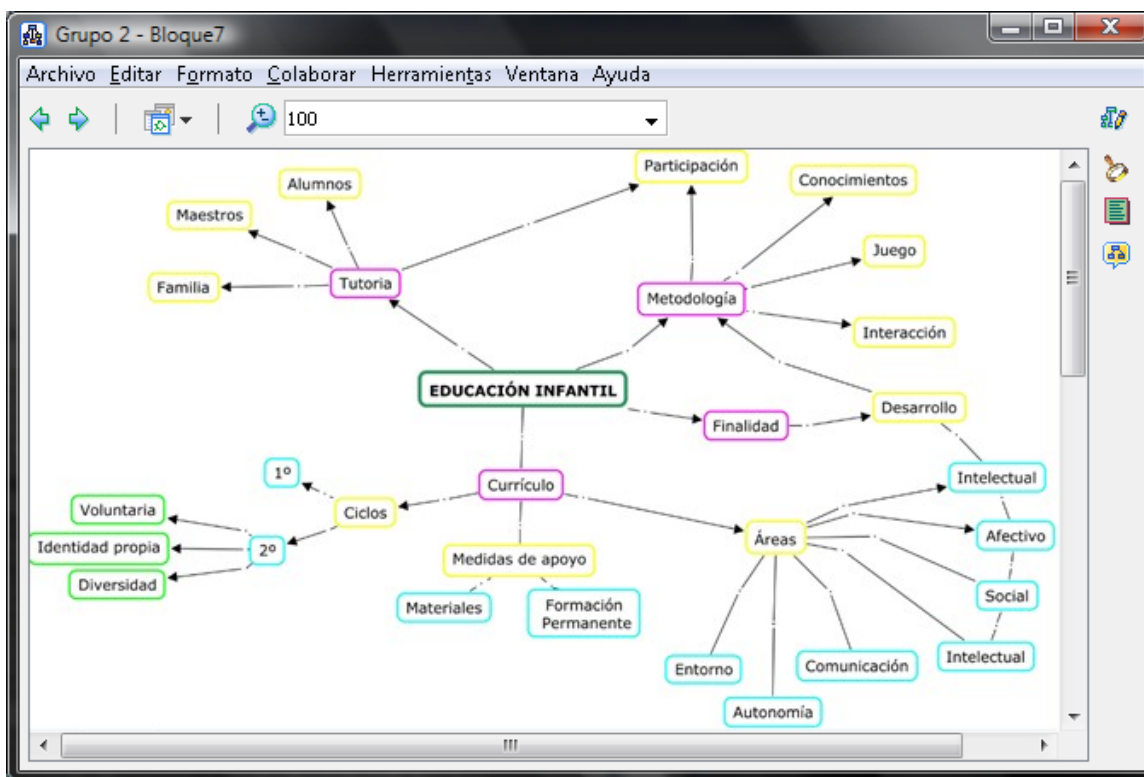
La elaboración de mapas conceptuales en el aula sobre temas concretos del currículum sirve para propiciar el desarrollo de una metodología activa y participativa, que es muy importante para el desarrollo de competencias docentes entre los futuros maestros (Campos *et al.*, 2009). En efecto, según se deriva de las anotaciones registradas en el diario de aula de los profesores, los mapas elaborados por el alumnado, con ayuda de CmapTools, sirven como vía para desarrollar interesante actividades cognitivas como son las siguientes: seleccionar y extraer los elementos más significativos de un tema para ubicarlos dentro del mapa, mostrar visualmente el conocimiento previo de las personas acerca de un tema en cualquier instante del proceso de aprendizaje, insertar nuevos conceptos en la organización mental del conocimiento y tomar conciencia del crecimiento o la evolución que experimenta la estructura cognitiva del alumno.

La construcción de buenos mapas conceptuales con CmapTools tiene algunas dificultades, tanto en el plano técnico (hasta conocer y manejar bien la herramienta) como en el plano de la representación del conocimiento, ya que al principio los alumnos muestran deficiencias en sus mapas que se pueden ir corrigiendo después con ayuda del profesorado y con el trabajo en equipo. Para ilustrar algunos de estos hechos en las figuras siguientes (1 y 2) se muestran dos ejemplos de mapas conceptuales realizados con CmapTools por alumnos de magisterio que han participado en esta innovación educativa, correspondientes a diferentes bloques de contenidos de la asignatura “*La escuela Infantil en el Sistema Educativo*” de 1º curso de Educación Infantil.

En la Figura 1 se muestra un mapa incompleto sobre el tema de la *Estructura de la Educación Infantil*, donde puede observarse que faltan todas las frases de enlace que deben relacionar a los diferentes conceptos incluidos en el mapa.

Tras comprobar que los alumnos han adquirido un dominio relativo de CmapTools y que pueden implementar sus mapas conceptuales (elaborados previamente en papel) en formato digital, se les ha pedido que realicen una valoración sobre el uso de este recurso informático en la elaboración de mapas conceptuales (cuadro 1, actividad 2). Para facilitar la categorización de respuestas y el análisis de resultados de esta tarea, también se han sugerido por parte del profesorado diversos ítems a tener en cuenta en dicha valoración. A continuación se exponen las principales ideas recogidas en esta actividad.

FIGURA 1. EJEMPLO DE MAPA CONCEPTUAL EN CONSTRUCCIÓN SOBRE LA ESTRUCTURA DE LA EDUCACIÓN INFANTIL



En la Figura 2 se muestra también un mapa inacabado sobre el tema de *El Proyecto Educativo de Centro*, donde se observa un mayor grado de estructuración del conocimiento, pero todavía faltan muchas palabras o frases de enlace entre diversos conceptos del mapa. Tanto en este caso como en el mapa de la figura anterior, el profesor debe comentar las deficiencias observadas y la necesidad de completar la elaboración del mapa, incluyendo todas las relaciones semánticas entre los diferentes conceptos que representan el conocimiento del tema.

3.2.2. Opiniones de los estudiantes sobre el diseño de mapas conceptuales con CmapTools

- Aunque surgen problemas y dudas al principio, es relativamente fácil aprender a usar CmapTools en la elaboración de mapas conceptuales (50'4)
- Existen en Internet muchos recursos de ayuda para aprender a usar CmapTools y ejemplos de mapas elaborados con esta herramienta que sirven de orientación (47,0)
- Los mapas digitales poseen buena calidad visual (43'5)
- Una gran ventaja es que estos mapas se pueden guardar, ampliar o modificar su estructura posteriormente (42'6 %)
- Los dibujos, colores y formas usados en los mapas digitales facilitan la memorización de los contenidos (40'1)
- Una característica importante de esta herramienta consiste en la posibilidad de agregar otros recursos digitales (textos, imágenes, vídeos,...) a los conceptos de un mapa (37'8 %)
- Es interesante la posibilidad de elaborar presentaciones a partir de un mapa conceptual (33'0)

- Los mapas conceptuales elaborados por el conjunto de la clase forman un material didáctico útil para todos los alumnos (26'1)

De las anotaciones en el diario de aula del profesorado que ha participado en la experiencia y de los resultados mostrados anteriormente se deriva que los alumnos de magisterio adquieren en un par de sesiones de clase un buen manejo de CmapTools, aunque se aprecian ritmos diferentes en el proceso de adiestramiento y dificultades individuales que el profesorado y los propios compañeros ayudan a solventar sobre la marcha. El uso de esta herramienta TIC le parece bastante motivador a los alumnos, ya que les permite realizar un trabajo activo y útil, cuyos resultados se implementan de forma visual. Por ello los estudiantes muestran opiniones bastante positivas sobre el aprendizaje de CmapTools y sus aplicaciones educativas. Desde el punto de vista de la formación inicial docente creemos que este hecho constituye uno de los principales resultados obtenidos en esta experiencia, ya que se observa durante el desarrollo de las clases, la mejora del ambiente de aprendizaje y el progresivo avance en la integración de las TIC en la enseñanza.

3.3. Aprendizaje colaborativo

El tercer objetivo de este trabajo consiste en fomentar la interacción social y el trabajo cooperativo utilizando las ventajas de CmapTools para elaborar mapas conceptuales en grupo, ya sea en el aula o trabajado a distancia. El aprendizaje colaborativo implica que el alumnado pueda interactuar entre sí, debatiendo y consensuando ideas, porque así se multiplican las aportaciones de cada uno y al mismo tiempo se refuerza la integración del propio grupo (Novak y Cañas, 2005). En esta sección se exponen los resultados relacionados con la observación en el aula de las actividades de elaboración de mapas conceptuales realizados con CmapTools en pequeños grupos y la valoración que los alumnos hacen de tales actividades al finalizar la experiencia.

3.3.1. El proceso de mejora de los mapas conceptuales mediante el trabajo en equipo

Ya hemos indicado que los estudiantes, tras realizar un esbozo individual del mapa conceptual de un tema de la asignatura, se agrupaban después en equipos de trabajo para tratar de elaborar un mapa conceptual del tema consensuado. Tras presentar el producto elaborado por cada grupo al profesor y de considerar a las críticas o sugerencias de mejora propuestas, se implementa el mapa en CmapTools y se coloca en el aula virtual de la asignatura para que resulte accesible al resto de la clase. En la exposición e intercambio de mapas conceptuales entre los diversos equipos de trabajo, se podían realizar también aportaciones por parte de cada uno de los grupos a los distintos mapas que iban visualizando. A consecuencia de este proceso los mapas conceptuales iniciales se han ido reconstruyendo o ampliando.

Como ejemplo del proceso de enriquecimiento que supone la creación de un mapa conceptual colaborativo, se muestran a continuación dos figuras (3 y 4) donde se puede apreciar la evolución que experimenta un mapa conceptual elaborado con CmapTools, sobre el tema de la *Evaluación en centros escolares*, integrado en el temario de la asignatura "*La escuela Infantil en el Sistema Educativo*". Puede observarse en la figura 3, correspondiente al primer esbozo de síntesis del tema, la ausencia de algunos conceptos subordinados, que faltan por desarrollar diversas ramificaciones y que no se han incluido todavía relaciones de enlace. Sin embargo, en la figura 4 se muestra el mapa final elaborado por el mismo grupo, donde ya se observa una gran cantidad de información sobre el tema y una buena organización del conocimiento compartido por el equipo de trabajo, una vez que se han incluido todos los conceptos principales y secundarios del tema y se han relacionado mediante palabras o frases de enlace.

FIGURA 3. MAPA CONCEPTUAL EN CONSTRUCCIÓN SOBRE EVALUACIÓN DE CENTROS

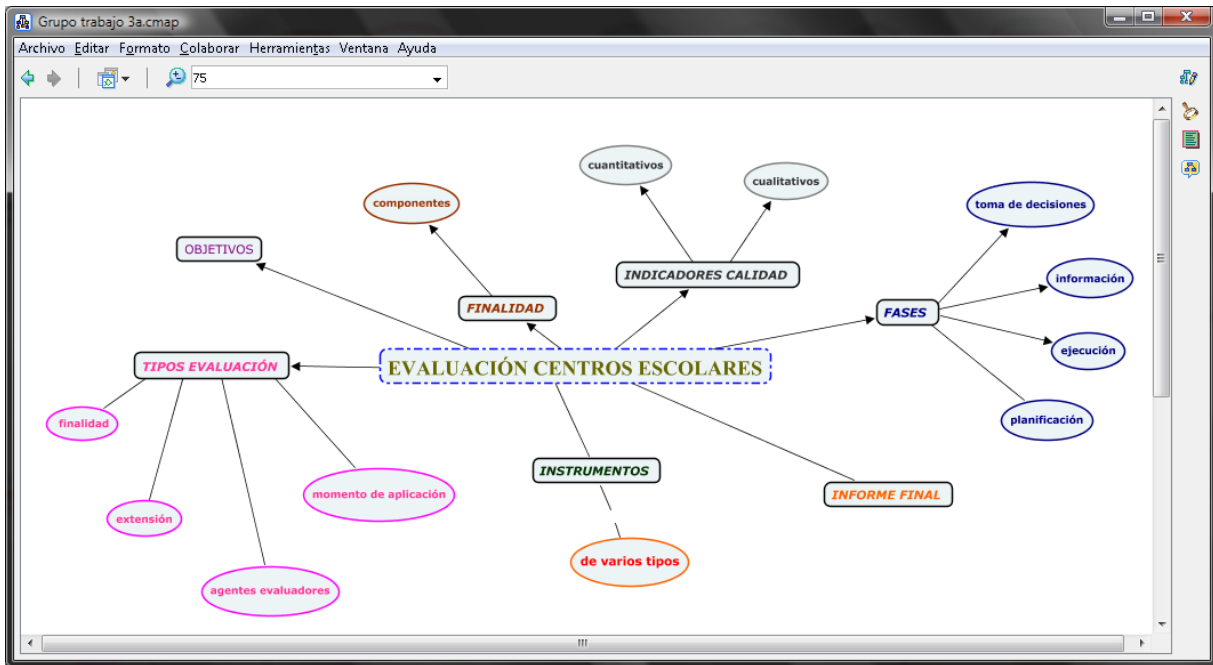
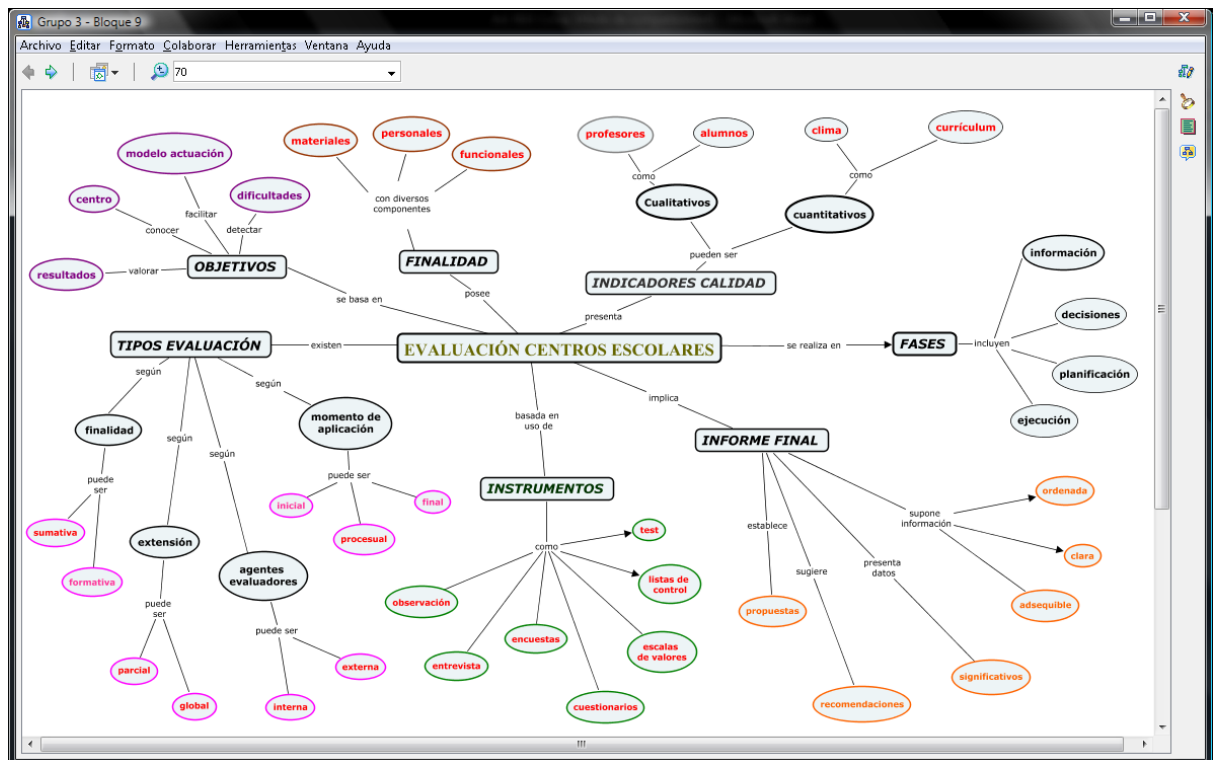


FIGURA 4. MAPA CONCEPTUAL DEFINITIVO SOBRE EVALUACIÓN DE CENTROS



A partir de las anotaciones sobre el proceso de elaboración de mapas conceptuales en grupo, recogidas en los diarios de clase del profesorado participante en la experiencia, se deriva que el uso sistemático de los mapas conceptuales en el aula, como estrategia de aprendizaje grupal, fomenta la socialización de los conocimientos, la negociación de significados y el enriquecimiento de ideas compartidas con los demás.

3.3.2. Opiniones de los estudiantes sobre el trabajo en grupo con CmapTools

Finalmente hemos estudiado las opiniones del alumnado sobre algunas características del proceso de aprendizaje cooperativo desarrollado en esta experiencia, que se han recogido mediante los ítems del cuestionario de escala likert mostrado en el cuadro 2. Dado que todas las proposiciones de tal instrumento estaban formuladas en sentido positivo, y se podían codificar sus respuestas en una escala numérica entre los valores 1 (nada) y 4 (mucho), se ha definido una variable global de la dimensión del pensamiento que se pretende valorar, a partir de una combinación lineal de las puntuaciones de las variables simples. También se han considerado tres variables complementarias correspondientes a los factores personales (edad, género y grupo) para estudiar la posible influencia de los mismos. A continuación se exponen los resultados de los diferentes análisis estadísticos relativos al tratamiento de tales variables.

Se ha realizado un análisis descriptivo de valores medios (incluyendo la desviación típica de la media) para los diferentes ítems del cuestionario. También se ha aplicado la prueba T-Student para hacer un análisis comparativo de los valores medios de cada variable, diferenciando entre los alumnos de 1º curso (Grupo 1, $N_1 = 82$) y los de 2º curso (Grupo 2, $N_2 = 33$) de magisterio que han participado en la experiencia. En la tabla 2 se muestran los resultados de la comparación de medias para ambos grupos, mostrando en la primera columna los nombres abreviados de las variables que están relacionadas con el tema al que se refiere cada ítem.

TABLA 2. COMPARACIÓN DE MEDIAS ENTRE GRUPOS

Variabes	Grupo	Media	Desviación típica	T Student	Sig. (bilateral)
a) respeto	1,00	2,9390	,48042	-,290	,772
	2,00	2,9697	,58549		
b) seguridad	1,00	2,8902	,54447	,105	,916
	2,00	2,8788	,48461		
c) comprensión	1,00	3,0244	,44377	1,114	,183
	2,00	2,8788	,69631		
d) empatizar	1,00	2,9146	,52590	,597	,552
	2,00	2,8485	,56575		
e) facil-elaboracion	1,00	2,9878	,50903	-,365	,699
	2,00	3,0303	,58549		
f) resolución	1,00	2,9390	,52933	1,595	,105
	2,00	2,7576	,56071		
g) debates	1,00	2,7805	,52173	-,979	,276
	2,00	2,9091	,67840		
h) rendimiento	1,00	2,9512	,54211	1,199	,233
	2,00	2,8182	,52764		
i) clima	1,00	2,9878	,53273	1,887	,065
	2,00	2,7576	,61392		
j) aportación-ideas	1,00	3,0610	,52933	1,522	,111
	2,00	2,8788	,59987		
k) mejora-relaciones	1,00	3,0610	,57408	2,581	,011
	2,00	2,7576	,56071		
l) Global	1,00	2,9579	,36144	1,351	,179
	2,00	2,8623	,29204		

En el análisis de comparación de valores medios para ambos grupos no hemos hallado diferencias significativas en ninguno de los ítems del cuestionario ni en la dimensión global del mismo. Esto indica que, al aplicar las mismas estrategias y recursos en el proceso de aprendizaje, aunque los grupos de ambos cursos han estudiado materias con diferentes contenidos, la valoración del método y de la técnica empleada en el diseño de mapas conceptuales grupales proporciona valores muy similares, en la mayoría de los ítems del cuestionario y en la puntuación media de la dimensión global. Este resultado nos permite considerar que el instrumento posee validez para hacer una valoración del proceso de aprendizaje colaborativo y que ambos grupos forman parte de una misma muestra global, integrada por los 115 sujetos encuestados.

Se ha realizado un estudio de fiabilidad del instrumento obteniendo para toda la muestra un coeficiente de Crombach de 0,875, que nos parece suficientemente elevado. También hemos efectuado un estudio de correlación entre las variables del cuestionario, obteniendo el coeficiente Rho de Spearman. En la tabla 3 se muestran los resultados de las correlaciones entre variables y puede observarse que todas ellas presentan un coeficiente de correlación elevado y significativo con la dimensión global valorada en el instrumento, lo cual puede considerarse como una dato más a favor de la fiabilidad del instrumento. También se ha analizado la posible relación entre el género, la edad o el curso de cada alumno con la dimensión global evaluada, pero no se han encontrado relaciones significativas al respecto. Por tanto, podemos inferir que dicha dimensión no depende del curso, ni de la edad, ni del género de los sujetos encuestados.

TABLA 3. COEFICIENTES DE CORRELACIÓN ENTRE LAS VARIABLES DEL CUESTIONARIO

	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	(i)	(j)	(k)	Global
(a) respeto	,397(**)	,210(*)	,270(**)	,290(**)	,345(**)	,141()	,339(**)	,044()	,118()	,149()	,511(**)
(b) seguridad		,463(**)	,398(**)	,202(*)	,407(**)	,343(**)	,330(**)	,177()	,189(*)	,375(**)	,620(**)
(c) comprensión			,315(**)	,272(**)	,374(**)	,068()	,250(**)	,226(*)	,284(**)	,319(**)	,537(**)
(d) empatizar				,259(**)	,272(**)	,154()	,347(**)	,408(**)	,451(**)	,219(*)	,524(**)
(e) fácil elaboración					,442(**)	,264(**)	,294(**)	,301(**)	,435(**)	,349(**)	,564(**)
(f) resolución						,231(*)	,588(**)	,223(*)	,297(**)	,335(**)	,626(**)
(g) debates							,266(**)	,184(*)	,161()	,160()	,467(**)
(h) rendimiento								,567(**)	,441(**)	,472(**)	,625(**)
(i) clima									,639(**)	,538(**)	,507(**)
(j) aporta ideas										,491(**)	,480(**)
(k) relaciones											,578(**)

Coeficientes Rho de Spearman: a) ** La correlación es significativa al nivel 0,01; b) * La correlación es significativa al nivel 0,05

Hemos efectuado un análisis descriptivo de frecuencias y porcentajes para los valores de los diferentes ítems del cuestionario en el conjunto de la muestra, cuyos resultados se muestran en la tabla 4 y se comentan a continuación. Para facilitar el análisis se va a realizar una agrupación por los extremos de los cuatro niveles de valoración, de modo que vamos a considerar dos categorías respecto de cada proposición: En contra (niveles 1 y 2) y a favor (niveles 3 y 4).

En primer lugar apreciamos un conjunto de opiniones relacionadas con la influencia de la experiencia educativa en la *mejora del aprendizaje a nivel individual*. La mayor parte de los estudiantes consideran que con esta metodología de trabajo se mejora el proceso de elaboración del mapa conceptual (89'6 %), se facilita la comprensión de los temas trabajados (88'7%), se desarrolla la seguridad en uno mismo en el momento de compartir ideas (83'5%) y que esta estrategia repercute en resolver mejor las dificultades de aprendizaje de cada tema (82'6%).

En segundo lugar observamos una serie de opiniones relacionadas con la influencia de este método de trabajo en la *mejora de las interacciones sociales y del aprendizaje cooperativo*. La gran mayoría de alumnos y alumnas valoran muy favorablemente el proceso de elaboración de mapas conceptuales con CmapTools para potenciar la aportación de ideas en el grupo de trabajo (90'4%), favoreciendo un ambiente de trabajo colaborativo (86,2%), mejorando las relaciones personales en el aula (85'3%), aumentando la empatía con los restante miembros del grupo (84'2 %), fomentando el respeto entre compañeros (83'8%), mejorando el rendimiento en la dinámica de elaboración del mapa grupal (82'7%) y facilitando el desarrollo de debates en el grupo y en el aula (76'6 %).

TABLA 4. FRECUENCIAS (Y PORCENTAJES) EN LOS DIFERENTES ÍTEMS DEL CUESTIONARIO

ÍTEMS	(1) Nada	(2) Poco	(3) Bastante	(4) Mucho
a) Se fomenta el respeto entre compañeros/as	-- (-)	18 (15,7)	85 (73,9)	12 (10,4)
b) Se desarrolla la seguridad en uno mismo en el momento de compartir una idea	2 (1,7)	17 (14,8)	88 (76,5)	8 (7,0)
c) Se facilita la comprensión de los temas trabajados	1 (0,9)	12 (10,4)	89 (77,4)	13 (11,3)
d) Se incrementa la capacidad de empatizar con los compañeros/as	3 (2,6)	14 (12,2)	90 (78,3)	7 (7,0)
e) Se facilita la elaboración del mapa	2 (1,7)	10 (8,7)	89 (77,4)	14 (12,2)
f) Su uso repercute en la mejor resolución de dificultades	3 (2,6)	17 (14,8)	86 (74,8)	9 (7,8)
g) Se facilita el desarrollo de debates	2 (1,7)	25 (21,7)	80 (69,6)	8 (7,0)
h) Se fomenta el rendimiento en la dinámica grupal	1 (0,9)	19 (16,5)	84 (73,0)	11 (9,6)
i) Se favorece el clima del trabajo en grupo	3 (2,6)	14 (12,2)	87 (75,7)	11 (9,6)
j) Se potencia la aportación de ideas en el grupo	3 (2,6)	8 (7,0)	89 (77,4)	15 (13,0)
k) Se mejoran las relaciones personales en el grupo	2 (1,7)	15 (13,0)	82 (71,3)	16 (13,9)

A la vista de tales datos podemos inferir que los participantes en esta experiencia valoran favorablemente el trabajo en equipo y el proceso de aprendizaje colaborativo llevado a cabo, elaborando mapas conceptuales compartidos e implementados en CmapTools.

4. CONCLUSIONES

Durante el desarrollo de esta innovación educativa hemos podido constatar que los alumnos y alumnas de magisterio han aprendido a elaborar con relativa facilidad mapas conceptuales, considerados como instrumentos que pueden ser útiles a los futuros profesores, tanto en su actividad docente y comunicativa, como en el diseño de actividades a realizar por sus alumnos en el aula. A través de algunas cuestiones abiertas incluidas en la programación de actividades de clase hemos recogido una serie de opiniones que ponen de manifiesto la valoración positiva del proceso de aprendizaje seguido y la comprensión de las principales funciones educativas de los mapas conceptuales, entre las que cabe destacar su influencia para representar visualmente y organizar el conocimiento sobre un tema, establecer relaciones entre los conceptos, favorecer la reflexión, construir ideas significativas, mejorar la comprensión, fomentar la creatividad, favorecer el recuerdo o ampliar la eficacia del estudio. Tales valoraciones pueden integrarse en un modelo de pensamiento docente que está bastante próximo a la visión constructivista de los procesos de enseñanza-aprendizaje (Novak, 1991).

También hemos observado que los estudiantes pueden aprender de forma rápida a manejar el software CmapTools para elaborar mapas conceptuales de gran calidad, construir presentaciones que facilitan la comunicación en el aula y anexar otros muchos tipos de recursos educativos en soporte digital (texto, sonido, imágenes, vídeo, páginas web,...). Las valoraciones que realizan los futuros profesores sobre esta herramienta y sobre sus aplicaciones educativas son bastante positivas. Por ello consideramos que el uso de este recurso para desarrollar actividades de aula supone una integración realista y efectiva de las TIC

en la educación (Novak y Cañas, 2005), contribuyendo a enriquecer el proceso de aprendizaje (Piedrahita, 2006).

Finalmente hemos constatado que la innovación desarrollada permite fomentar la interacción social en el aula, desarrollando la capacidad de trabajo en equipo y el aprendizaje colaborativo, mediante el uso de CmapTools en la elaboración de mapas conceptuales compartidos, sobre los diversos bloques de contenidos de cada una de las asignaturas involucradas en la experiencia. Las valoraciones de los estudiantes de magisterio sobre este aspecto son muy positivas y ponen de manifiesto la utilidad de este recurso para favorecer la motivación y el cambio metodológico. Este aspecto de la innovación educativa realizada nos parece especialmente importante para mejorar los procesos de formación inicial docente (Campos *et al.*, 2009).

Los resultados mostrados anteriormente, junto con las anotaciones recogidas en el diario del aula del profesorado que ha desarrollado la experiencia, se corresponden con hallazgos de estudios anteriores que permiten considerar la potencialidad de CmapTools para mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje, ya que se favorece la creación y visualización de modelos de conocimiento realizados por los futuros profesores en un contexto formativo real, de carácter teórico-práctico (Daley *et al.*, 2007). También se consigue estimular el interés del alumnado por el aprendizaje de las materias, se fomenta la creatividad (por las múltiples posibilidades que ofrece el programa para hacer enlaces a imágenes, vídeos, páginas Web, etc.) y permite al profesorado evaluar de manera formativa el progreso que realiza el alumnado, mientras éstos disfrutan de la posibilidad de trabajar de forma colaborativa (en el aula o a distancia) a través de este software. Estos hechos ponen de manifiesto que las TIC pueden contribuir a mejorar de forma efectiva la calidad de la educación si se utilizan de forma adecuada (Ríos *et al.*, 2007; De Arriba, 2008).

Como conclusión podemos considerar que el desarrollo de este estudio ha permitido alcanzar de forma razonable los objetivos propuestos y contrastar la hipótesis inicial de partida. Sin embargo, somos conscientes de que el número de participantes en esta investigación no es suficientemente grande como para considerar que los resultados obtenidos son generalizables, de modo que es necesario asumir con cautela tales resultados y seguir avanzando en las posteriores etapas de este proyecto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abuseileek, A. F. (2011). The effect of computer-assisted cooperative learning methods and group size on the elf learners' achievement in communication skills. *Computers and Education*, July.
- Campos, M. C., Garrido, M. E. y Castañeda, C. (2009). Técnicas para promover el aprendizaje significativo en Educación Física: Los Cmap-Tools. *Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación*, 16, pp. 58-62.
- Cano, E. (2005). *Cómo mejorar las competencias de los docentes*. Barcelona: Graó.
- Cañas, A. J. (2004). CmapTools: A knowledge modeling and sharing environment. En A. J. Cañas, J. D. Novak y F. M. González (Eds.), *Concept maps: Theory, methodology, technology. Proceedings of the first international conference on concept mapping*, 1, pp. 125-133. Pamplona: Universidad de Navarra. Consultado El 17 de septiembre de 2010 em: <http://www.ihmc.us/>.
- Da Ponte, J. P. (2004). Tecnologías de informação e comunicação na formação de professores: que desafios? *Revista Iberoamericana de Educación*. 24, pp. 63-90.

- Daley, B. J., Cañas, A. J., y Stark, T. (2007). CmapTools: Integrating Teaching, Learning, and Evaluation in Online Courses. *New Directions for Adult and Continuing Education*, 113, pp. 37-47.
- De Arriba, J. A. (2008). Aprendiendo a resolver casos reales mediante la utilización de herramientas informáticas de aprendizaje y colaboración. Estudio experimental en un contexto de formación universitario. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento*, 5 (2), pp. 36-49.
- Gallego, M. J., Gámiz, V. y Gutiérrez, E. (2010). El futuro docente ante las competencias en el uso de las tecnologías de la información y comunicación para enseñar. *EduTEC*, N° 34, (Diciembre). Consultado el 21 de noviembre de 2010 en: http://edutec.rediris.es/Revelec2/numeros_antteriores.html.
- González García, F. (2008). El Mapa conceptual y el Diagrama V. *Recursos para la Enseñanza Superior en el siglo XXI*. Madrid: Narcea.
- González, F., Guruceaga, A., Pozueta, E. y Porta, S. (2010). Una aproximación al conocimiento de una profesora universitaria, agente de buenas prácticas docentes, utilizando mapas conceptuales. *Profesorado: Revista de Currículum y Formación del Profesorado*, 14 (3), pp.117-130.
- Gwo-Jen, H., Po-Han, W. y Hui-Ru, K. (2011). An interactive concept map approach to supporting mobile learning activities for natural science courses. *Computers and Education*, 57(4), pp. 2272-2280.
- López, E., Kim, J., Nandagopal, K., Cardin, N., Shavelson, R. y Penn, J. H. (2011). Validating the Use of Concept-Mapping as a Diagnostic Assessment Tool in Organic Chemistry: Implications for Teaching. *Chemistry Education Research and Practice*, 12 (2), pp. 133-141.
- Luckie, D., Harrison, S. H. y Ebert-May, D. (2011). Model-Based Reasoning: Using Visual Tools to Reveal Student Learning. *Advances in Physiology Education*, 35 (1), pp. 59-67.
- Muñoz, J. M., Serrano, R., Pontes, A. y Otros. (2011). *Aplicación de mapas conceptuales y mapas mentales como estrategias de aprendizaje para el desarrollo de competencias dentro del modelo de la convergencia europea "aprendizaje centrado en el alumnado"*. Proyecto de Innovación Educativa. Universidad de Córdoba. Memoria pendiente de publicación en: http://www.uco.es/organizacion/calidad/actividades_propias/pimcd/pimcd.htm.
- Novak, J. D y Gowin, D. B. (1988). *Aprendiendo a aprender*. Barcelona: Martínez Roca.
- Novak, J. D. (1991). Ayudar a los alumnos a aprender cómo aprender. La opinión de un profesor-investigador. *Enseñanza de las Ciencias*, 9 (3), pp. 215-227.
- Novak, J. D. y Cañas, A. J. (2005). *Construyendo sobre Nuevas Ideas Constructivistas y la Herramienta CmapTools para Crear un Nuevo Modelo para la Educación*. Consultado el 20 de febrero de 2011 en: <http://www.eduteka.org/pdfdir/>.
- Novak, J. D. y Cañas, A.J. (2006). *La Teoría Subyacente a los Mapas Conceptuales y a Cómo Construirlos*. Technical Report IHMC CmapTools 2006-01. Florida Institute for Human and Machine Cognition. Consultado el 30 de febrero de 2011 en: <http://www.ihmc.us/>.
- Ontoria, A. (1992). *Mapas conceptuales. Una técnica para aprender*. Madrid: Narcea.
- Peirano, C. y Domínguez, M. P. (2008). Competencia en TIC: el mayor desafío para la evaluación y el entrenamiento docente en Chile. *Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa*. 1 (2), pp.106-124.
- Perrenoud, P. (2004). *Diez nuevas competencias para enseñar*. Barcelona: Graó.

- Piedrahita, F. (2006). *Un modelo para integrar las TIC en el currículo*. Consultado el 21 de septiembre de 2007 en: <http://www.eduteka.org/EdutekaRibie.php>.
- Pontes, A. (2005). Aplicaciones de las nuevas tecnologías de la información en la educación científica. 1ª Parte: Funciones y recursos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2 (1), pp. 2-18.
- Pontes, A. y Serrano, R. (2008). Mapas conceptuales y tecnología educativa. En A. Pontes. [Coord.]: *Aspectos generales de la formación psicopedagógica del profesorado de educación secundaria*, pp. 309-331.
- Ríos, L. R., López, E., Lescano, M., Hernández, A. y García, A. (2007). Los mapas conceptuales, las TIC y el e-learning. *Revista Iberoamericana de Educación*, 43(1), pp.1-8.
- Serhan, D. (2009). Using Concept Maps to Assess the Effect of Graphing Calculators Use on Students' Concept Images of the Derivative at a Point. *International Journal for Mathematics Teaching and Learning*, October.
- Trahtemberg, L. (2004). El impacto previsible de las nuevas tecnologías en la enseñanza y la organización escolar. *Revista Iberoamericana de Educación*, 24, pp.37-62

