

# Representación y comunicación del conocimiento con mapas conceptuales en la formación del profesorado de ciencia y tecnología

Alfonso Pontes Pedrajas

*Dpto. Física Aplicada. Universidad de Córdoba. España.*

[Recibido en julio de 2011, aceptado en noviembre de 2011]

En este trabajo se muestra el desarrollo de una innovación educativa que se ha llevado a cabo en el contexto de la formación inicial del profesorado de enseñanza secundaria, del área científico-tecnológica. En la experiencia formativa se han utilizado recursos informáticos y mapas conceptuales como instrumentos de desarrollo de competencias docentes relacionadas con la representación del conocimiento, la comunicación oral, el trabajo en equipo y el uso práctico de las TIC en el aula. Los primeros resultados indican que los futuros profesores y profesoras valoran de forma positiva el uso de mapas conceptuales y de recursos informáticos como instrumentos útiles para la formación docente.

**Palabras claves:** formación inicial de profesores de ciencia y tecnología; representación del conocimiento; mapas conceptuales; Cmap Tools; aprendizaje colaborativo; comunicación en el aula.

## Knowledge representation and communication with concept maps in teacher training of science and technology

This paper shows the development of an educational innovation that we have made in the context of initial teacher training for secondary education of science and technology. In this educational experience computing resources and concept maps are used to develop teaching skills related to knowledge representation, oral communication, teamwork and practical use of ICT in the classroom. Initial results indicate that future teachers value positively the use of concept maps and computer resources as useful tools for teacher training.

**Keywords:** Initial teacher training of science and technology; knowledge representation; concept maps; CmapTools; collaborative learning, communication in the classroom.

## Introducción

Tras la implantación todavía reciente del nuevo máster de formación del profesorado de enseñanza secundaria (FPES) se ha incrementado el interés por la investigación y la innovación docente en un terreno que estaba muy necesitado de reformas (Carrascosa et al, 2008; Vilches y Gil, 2010). La enseñanza de la ciencia y la tecnología en la educación secundaria actual presenta importantes retos para el profesorado de tales áreas que, además de poseer un buen conocimiento didáctico de los contenidos de las materias que ha de impartir, debe adquirir una serie amplia de destrezas o competencias docentes de carácter general que son necesarias para el ejercicio adecuado de una profesión compleja y difícil (Gil, 1991; Mellado, Ruiz y Blanco, 1999). Aunque el catálogo de competencias puede ser muy amplio, nos interesa resaltar varias destrezas o habilidades docentes que tratamos de fomentar en nuestro trabajo: implementar estrategias activas y motivadoras, saber trabajar en equipo, utilizar las nuevas tecnologías y mejorar los procesos de comunicación en el aula (Cano, 2005).

El nuevo modelo de formación inicial del profesorado de secundaria, que ha comenzado su andadura en los últimos años, presenta en su inicio una serie de problemas todavía no resueltos, sobre todo en el plano académico y administrativo, que originan a veces el descontento del alumnado y del profesorado implicado en la docencia, pero también supone una mejora importante respecto al modelo de formación anterior (curso CAP), ya que implica la inserción de la FPES en el marco oficial de los estudios universitarios de postgrado, dispone

de un plan de estudios coherente, supone un mayor nivel de exigencia formativa para el alumnado y permite al profesorado del máster implicarse en la docencia de las diversas materias con unas perspectivas de trabajo a largo plazo.

En este contexto estamos llevando a cabo, desde hace varios años, un proyecto de innovación docente orientado a la mejora de la formación inicial de profesores de ciencia y tecnología, en el que se desarrollan procesos de investigación del pensamiento docente destinados a conocer mejor las ideas, motivaciones y necesidades de los profesores en formación, pero al mismo tiempo se van ensayando experiencias concretas de mejora de la calidad docente en diferentes materias del currículum, basadas en la elaboración de materiales didácticos y en el desarrollo de actividades de aula que supongan una aplicación del enfoque activo y reflexivo en la formación docente (Pontes y Serrano, 2009; Pontes, Serrano, Muñoz y López, 2011).

Una de las experiencias que estamos llevando a cabo, dentro del citado proyecto de innovación, es el uso del software CmapTools para la elaboración de mapas conceptuales personales y colaborativos, en una asignatura optativa del máster dedicada al desarrollo de técnicas de comunicación docente. En dicha materia se imparte un bloque de contenidos dedicado a la representación del conocimiento docente mediante mapas conceptuales, implementados con recursos TIC, y al papel que pueden desempeñar tales recursos en los procesos de interacción y comunicación en el aula. En la innovación desarrollada se realizan actividades de elaboración y exposición en público de mapas conceptuales individuales y colectivos, usando el software CmapTools y otros recursos informáticos. Tras la primera experimentación del proyecto hemos realizado un estudio destinado a 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 docente en posteriores etapas de este proyecto y contribuir al avance de la investigación educativa en esta temática.

## Fundamentos

En la actualidad existe un amplio consenso sobre las numerosas ventajas que aportan las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) para la mejora de la calidad de la educación (Trahtemberg, 2004; Pontes, 2005) y la formación docente (Peirano y Domínguez, 2008), de modo que es necesario aprovechar las grandes posibilidades que nos brindan actualmente estas herramientas para enriquecer los ambientes de aprendizaje y para favorecer el desarrollo de innovaciones docentes que aproximen el mundo de la investigación a la compleja realidad de las aulas. Considerando la especial importancia que desempeña el 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 (Sánchez, Lombardo, Riesco y Joyanes, 2004). En este contexto creemos que se pueden utilizar los mapas conceptuales, implementados con herramientas informáticas (Ríos, López, Lescano, Hernández y García, 2007), como recursos útiles para el desarrollo de competencias docentes en la formación inicial del profesorado de secundaria de ciencia y tecnología. En particular nos interesa fomentar el uso de mapas conceptuales para realizar actividades de representación del conocimiento individual (Perales, 1990), como paso previo para compartir y comunicar ideas en el proceso de formación inicial docente.

Un mapa conceptual consiste en una red de proposiciones entre conceptos, unidos mediante frases breves o palabras de enlace, que permiten representar el conocimiento de una persona

sobre un tema (Pontes, 1992). 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. Así los profesores y alumnos disponen de un recurso útil para organizar, sintetizar y comunicar lo que saben sobre un tema determinado. 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 fundamento inicial de los mapas conceptuales se basa en la teoría del aprendizaje significativo (Novak y Gowin, 1988), pero se ha ido enriqueciendo y evolucionando hacia un enfoque constructivista de los procesos de enseñanza y aprendizaje (Novak, 1991; Novak y Cañas, 2005), donde los conocimientos previos del alumno pueden interpretarse en términos de esquemas cognitivos que van creciendo a medida que se avanza en el aprendizaje de un tema y se van incorporando 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 (Pontes y Serrano, 2008).

Creemos que los mapas conceptuales son especialmente útiles en educación científica 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. 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. 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 ya que su utilización en el aula supone poner en práctica un método de trabajo activo y colaborativo (González, 2008).

Desde las perspectivas de este trabajo, los mapas conceptuales tienen un interés añadido porque permiten ser elaborados con diferentes recursos TIC, entre los que ha alcanzado un gran desarrollo el software CmapTools (Cañas, 2004). Esta herramienta 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.

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. Por tanto, este software 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. Algunas de las características de este software se muestran en la figura 1 en forma de mapa conceptual.

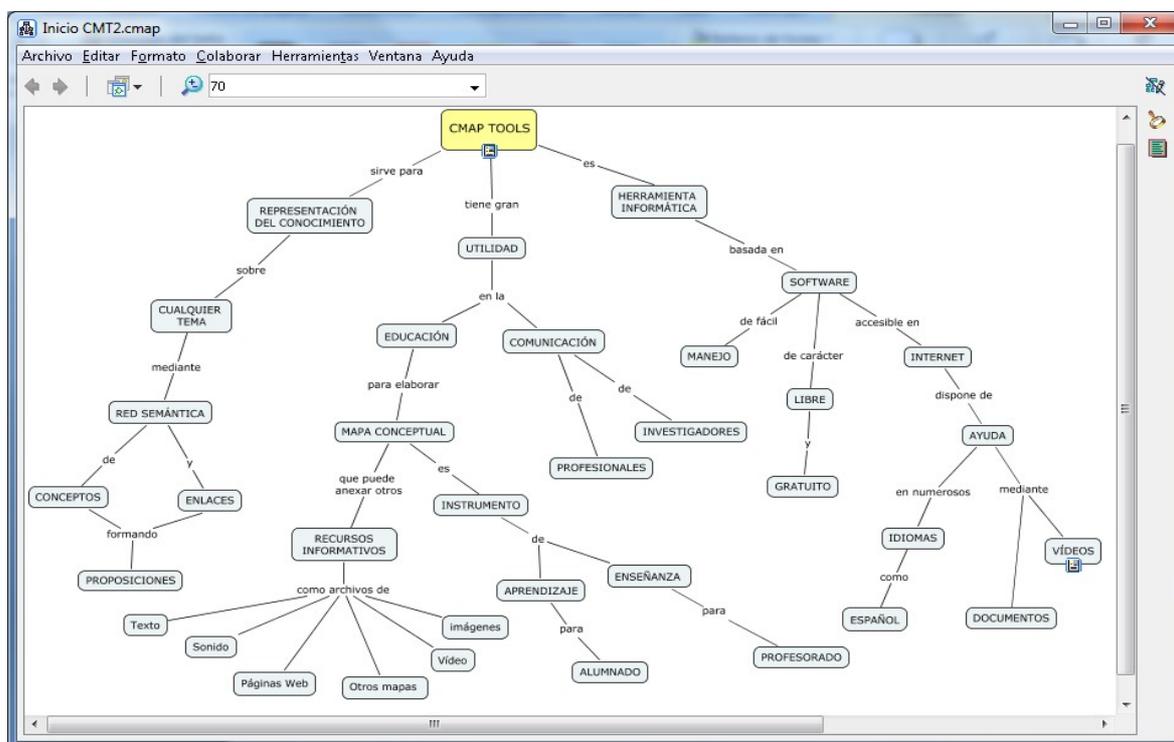


Figura 1. Descripción del programa Cmap Tools en forma de mapa conceptual digital.

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 relacionadas con la educación científica (Echarri y Puig, 2009; Murga-Menoyo, Bautista y Novo, 2011) y la formación docente (González et al., 2010; Pontes et al., 2011). 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 estamos desarrollando una experiencia educativa, que forma parte de un proyecto de innovación orientado a la mejora de la formación inicial docente del profesorado de diferentes niveles, incluyendo estudiantes de

magisterio (Pontes et al., 2011). Pretendemos fomentar el desarrollo de competencias relacionadas con el uso de las TIC como recursos que pueden enriquecer el contexto educativo y ampliar las posibilidades de aprender mejor, pero al mismo tiempo tratamos de desarrollar actividades de representación del conocimiento orientadas a formar docentes reflexivos y capaces de colaborar en equipo (Perrenoud, 2004). En los apartados siguientes se exponen los objetivos concretos del estudio, se describen de forma pormenorizada las actividades realizadas y se muestran los resultados obtenidos en la primera fase de esta experimentación.

## Objetivos

La experiencia se ha llevado a cabo en una asignatura del máster de formación del profesorado de secundaria de la Universidad de Córdoba, en la que han participado 3 profesores y 43 estudiantes de las especialidades de ciencias experimentales (Biología-Geología y Física-Química), Matemáticas e Informática y Tecnología. Se trata de una materia optativa y semipresencial, de cuatro créditos ECTS, dedicada al desarrollo de técnicas de comunicación docente (Cano, 2005) e integrada por tres bloques de contenidos: 1) aspectos psicológicos de la comunicación en el aula, 2) la representación del conocimiento docente mediante mapas conceptuales y recursos TIC, 3) aspectos técnicos y pedagógicos para la mejora de la comunicación oral. El grado de presencialidad de la asignatura es del 75% aproximadamente, de modo que se dedican diez horas presenciales y tres horas de trabajo no presencial a desarrollar los contenidos de cada bloque.

Los resultados que se exponen en este trabajo corresponden al desarrollo de las actividades realizadas en el segundo bloque de dicha materia, que están relacionadas con la representación del conocimiento docente sobre un tema mediante mapas conceptuales elaborados con recursos informáticos. Las actividades presenciales se han realizado en dos seminarios o talleres consecutivos de cinco horas cada uno, con un descanso intermedio. El primer seminario se ha dedicado a estudiar el proceso de representación del conocimiento docente mediante mapas conceptuales y el segundo seminario se ha centrado en aprender a manejar el software CmapTools como recurso TIC adecuado para la elaboración de mapas conceptuales individuales y colaborativos. Los objetivos concretos que nos hemos planteado eran los siguientes:

- a) 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.
- b) 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.
- c) Favorecer el trabajo en equipo y el aprendizaje colaborativo, mediante la elaboración con CmapTools de mapas conceptuales compartidos, sobre temas diversos relacionados con la educación científica o tecnológica.
- d) Recoger datos relativos a las opiniones del alumnado acerca de los recursos utilizados y las actividades realizadas, que puedan ser útiles para el desarrollo de la investigación educativa en el tema de la representación del conocimiento con fines docentes.

En definitiva, la finalidad de este trabajo es doble, ya que por un lado trataremos de describir de forma detallada las características de la propuesta educativa desarrollada y, por otra parte trataremos valorar las opiniones del alumnado acerca del proceso de aprendizaje seguido y de los recursos empleados.

## **Desarrollo de la experiencia y primeros resultados**

### **Características de la innovación realizada**

En esta innovación docente se ha utilizado una metodología activa, basada en la realización de un programa-guía de actividades de aula para cada seminario, donde se combinan tres tipos de tareas que tienen interés para la formación docente: a) preguntas abiertas que se debaten en gran grupo a partir de varias intervenciones del alumnado, b) actividades que se realizan en pequeños grupos y c) actividades individuales que los estudiantes responden por escrito para ser analizadas posteriormente por el profesorado. Las actividades desarrolladas en los dos seminarios se recogen en las dos partes del [Anexo 1](#) y puede observarse que la mayoría de tales tareas están relacionadas con el desarrollo de mapas conceptuales individuales y cooperativos, utilizando diversos recursos de implementación y exposición tales como el papel, la pizarra, las transparencias y, sobre todo, los ordenadores y el cañón electrónico. Algunos ejemplos de tales mapas se muestran en un apartado posterior de este trabajo. Durante el desarrollo de la experiencia el profesor ha expuesto las ideas básicas necesarias para ir avanzando en el tratamiento de los contenidos de la materia, 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 necesario para su implementación.

Aunque algunos aspectos parciales de esta innovación se han venido aplicando, desde hace varios años, en los cursos de formación inicial del profesorado de secundaria (Pontes y Serrano, 2008), hay que indicar que la primera aplicación completa de la experimentación descrita en este trabajo se ha desarrollado tras la implantación del nuevo máster de formación docente, en la que han intervenido 43 alumnos y alumnas del conjunto de las especialidades citadas anteriormente, que han cursado previamente estudios universitarios de carácter científico o tecnológico. Algo más de tres quintas partes de la muestra eran alumnos y el resto alumnas. La edad media del conjunto era de 26'4 años.

Para poder valorar el desarrollo de los objetivos formulados anteriormente se ha utilizado, al finalizar el proceso formativo, un cuestionario abierto mostrado en el [Anexo 2](#), en el que se han recogido las opiniones de los participantes sobre diversos aspectos relacionados con el aprendizaje de la técnica de elaboración de mapas conceptuales, su implementación con CmapTools y las aplicaciones educativas de tales recursos. Las cuestiones utilizadas en el estudio de las opiniones de los alumnos forman parte del proceso de aprendizaje reflexivo (Perrenoud, 2004) y hay que considerarlas como actividades de aula cuyos resultados se comentan posteriormente, ya que han permitido obtener algunos datos de carácter cualitativo que pueden ser útiles para avanzar posteriormente en la investigación educativa sobre formación inicial docente.

A continuación se exponen las actividades de aula realizadas en la experiencia y se comentan los resultados obtenidos en el desarrollo de las mismas.

### **Aprendiendo a elaborar y usar mapas conceptuales como recursos docentes**

En el primer seminario se ha realizado una introducción general a las técnicas de representación del conocimiento, centrándonos en los mapas conceptuales como un modelo

de representación especialmente adecuado para la educación, con objeto de que los futuros profesores aprendan la técnica de elaboración y puedan realizar actividades individuales y grupales que permitan apreciar el potencial de tales estrategias para la mejora de los procesos de comunicación verbal y visual en el aula. También se pretende que comiencen a desarrollar algunas competencias docentes generales del máster FPES, como trabajar en equipo, utilizar estrategias activas de enseñanza-aprendizaje y hablar en público. En la primera parte del **Anexo 1** se muestra el programa-guía de actividades utilizado en este seminario y a continuación se comentan algunos aspectos relacionados con el desarrollo de tales actividades en el aula.

Las dos primeras actividades (A1.1 y A1.2) se han realizado conjuntamente, durante un tiempo aproximado de 50 o 60 minutos, pidiendo a los alumnos que reflexionen durante un tiempo breve sobre las cuestiones formuladas en tales actividades y que aporten voluntariamente sus opiniones, en un debate general y abierto, que sirve de introducción al tema. Así se ha procedido a una especie de diálogo socrático donde los alumnos y alumnas exponen sus ideas y el profesor actúa como moderador del debate, pero al mismo tiempo que recopila en la pizarra las diversas ideas del alumnado va exponiendo sus conocimientos y reflexiones sobre los temas planteados, con ayuda de una presentación de diapositivas informatizadas.

En general los estudiantes del máster no tienen una idea previa clara del concepto de “representación del conocimiento” y de su origen o de sus aplicaciones educativas. En las aportaciones al debate surgen pronto nociones tales como resúmenes, esquemas y diagramas, que los alumnos dicen haber utilizado como técnicas de estudio desarrolladas de forma autónoma, en la mayoría de los casos. También aluden a los esquemas y organigramas que han utilizado algunos de sus profesores en la educación básica, media o universitaria. La mayoría de los participantes en el debate están de acuerdo en que la representación del conocimiento, mediante esquemas de diferentes tipos, es útil en educación tanto al profesorado que lo utiliza a la hora de comunicar sus ideas, como al alumnado que usa tales técnicas a la hora de estudiar.

Sin embargo resulta extraño el gran número de alumnos universitario de este nivel (de postgrado) que no han oído hablar nunca de los mapas conceptuales y, por tanto, no saben cuáles son las diferencias entre mapas conceptuales y otras técnicas de representación del conocimiento como las que se han citado. En general tampoco conocen las técnicas básicas de elaboración y sus aplicaciones educativas en la enseñanza y el aprendizaje. Por tal motivo, el profesor expone brevemente las características de los mapas conceptuales (selección de conceptos, jerarquía y organización, impacto visual, frases de enlace,...), sus aplicaciones educativas y el procedimiento a seguir para elaborar un mapa conceptual a partir del conocimiento de un tema o de la lectura de un texto (Pontes y Serrano, 2008).

A continuación se propone a los alumnos que desarrollen un mapa conceptual individual a partir de la lectura de un texto de interés educativo. Al tratarse de alumnos de varias especialidades dentro del macro-área de ciencia y tecnología se ha escogido un texto periodístico general (publicado en un diario de difusión nacional en 2007) denominado “*El profesor novato pasa de curso*”, donde se expone una entrevista interesante a un profesor novel de enseñanza secundaria, destinada a mostrar su visión de la tarea educativa, en un instituto público, tras el primer año de experiencia docente. Este texto lo hemos empleado durante los últimos años en la formación inicial de profesores de secundaria y nos ha proporcionado hasta ahora muy buenos resultados, porque genera una gran motivación de los alumnos del máster FPES, al encontrar una descripción realista y útil de lo que significa enfrentarse al ejercicio de la docencia en el primer año de experiencia profesional.

Con relación a dicho texto los alumnos del máster deben realizar las tareas siguientes: Leer detenidamente el texto y tratar de comprender su significado global, seleccionar la lista de términos claves, distribuir sobre un folio en blanco los conceptos seleccionados siguiendo algún tipo de organización jerárquica (descendente, radial,...), usar formas geométricas (óvalos, rectángulos,...) para enmarcar los conceptos del mapa, relacionar los diversos conceptos mediante flechas o líneas de enlace y adjuntar palabras o frases breves que permitan expresar la relación semántica existente entre cada par de conceptos enlazados. Esta actividad tiene una duración aproximada de 60 minutos. Los mapas individuales elaborados por cada estudiante se entregan al profesor para ser supervisados y formarán parte del proceso de evaluación seguido en esta materia. Resulta curioso observar la enorme variedad de mapas diferentes que pueden surgir a partir de un mismo texto, tanto en los aspectos técnicos como en los conocimientos o ideas clave que se representan en los diferentes trabajos, mostrando que la “idiosincracia” es una de las características más relevantes de este modelo de representación del conocimiento (Novak y Gowin, 1988). En algunos casos se detectan diferentes componentes o visiones ideológicas sobre la profesión docente en centros de secundaria, que no están explícitas en el texto de referencia, pero que afloran de la mente de algunos sujetos espontáneamente al tratar de resumir y organizar sus ideas sobre el texto que ha leído. El análisis exhaustivo de las concepciones sobre la educación, que se representan en forma de mapa a partir de dicho texto, daría lugar al desarrollo de un trabajo específico sobre ese tema que se podría abordar posteriormente.

Los mapas conceptuales también pueden llegar a representar el conocimiento compartido por un grupo de personas (Novak, 1991; Novak y Cañas, 2005). Con objeto de desarrollar la capacidad de trabajo en equipo y de fomentar el interés por el uso de metodologías activas en la educación se solicita al alumnado en la actividad siguiente (A1.4.) que se organicen en grupos pequeños y que procedan a reelaborar el mapa conceptual anterior pero de forma colaborativa. Por tanto, durante un tiempo aproximado de una hora, los estudiantes deben formar equipos de dos o tres personas para volver a diseñar el mapa realizado individualmente, comenzando por llegar a un consenso sobre lista de términos claves del texto, procediendo después a reestructurar la distribución jerárquica de los conceptos del mapa y añadir los enlaces adecuados. Los mapas colaborativos elaborados por cada grupo se entregan junto con los mapas individuales de los componentes del grupo, para que el profesor pueda valorar después cómo ha influido el trabajo en equipo en la modificación del conocimiento individual representado en la actividad anterior. Tales trabajos grupales también forman parte del proceso de evaluación seguido en esta asignatura. En general cabe apreciar una influencia bastante positiva del trabajo del grupo en la calidad de los mapas elaborados, tanto en el aspecto técnico como en el terreno de la representación cognitiva. Sin embargo, el aspecto formativo más interesante que se deriva de esta actividad es observar las buenas interacciones sociales que se desarrollan en el aula y el crecimiento del interés o la motivación del alumnado por participar activamente en el aprendizaje cuando se trabaja en grupo. Creemos, por tanto, que el desarrollo de mapas conceptuales colaborativos es una actividad importante para fomentar una competencia docente general de gran importancia en la educación actual (Cano, 2005).

Cuando se desarrollan actividades individuales y grupales en el aula siempre se aprecian diferentes ritmos de trabajo entre el alumnado. Este hecho ha sido aprovechado en esta experiencia para pedir a algunos de los estudiantes más veloces (que han realizado su mapa individual o grupal antes que los demás) que procedan a “pasar a limpio” su trabajo en una hoja transparente de acetato, con ayuda de rotuladores especiales que les proporciona el profesor. Posteriormente, en la actividad siguiente (A1.5) se procede a la exposición en público de algunos de estos mapas, utilizando un retroproyector de transparencias. Los

autores de los mapas seleccionados son invitados a exponer, durante varios minutos, sus ideas sobre el texto que han leído y representado en el mapa elaborado, o a responder a las preguntas que puedan hacerles el profesor o el resto de estudiantes de la clase tras su intervención. Finalmente, cuando se han expuesto en público tres o cuatro ejemplos de mapas individuales o grupales, se realiza un pequeño debate sobre la utilidad de tales recursos en la comunicación docente y en la educación. En general podemos indicar que esta última actividad es probablemente la más interesante, desde el punto de vista de la formación inicial del profesorado, porque pone de manifiesto las dificultades que pueden surgir en los procesos de comunicación oral y la existencia de personas que tienen cualidades o capacidades comunicativas diferentes. Al mismo tiempo los futuros profesores aprecian que existen técnicas docentes, como son los mapas conceptuales, que se pueden adquirir durante el proceso de formación y que pueden favorecer la mejora de los procesos de comunicación en el aula.

### **Aprendiendo a representar el conocimiento con ayuda de CmapTools**

En el segundo seminario nos hemos centrado en ayudar a los estudiantes a aprender el manejo del software CmapTools, por tratarse de una herramienta TIC de especial interés para la elaboración de mapas conceptuales y presentaciones orales en soporte informático. Con este fin se han realizado en un aula con ordenadores, durante cinco horas de trabajo (incluyendo un descanso intermedio), las actividades recogidas en la segunda parte del [Anexo 1](#). A continuación se comentan algunos aspectos relacionados con el desarrollo de tales actividades.

En la primera actividad (A2.1) se formulan algunas cuestiones que sirven de introducción al tema del uso de recursos TIC para la representación del conocimiento y la construcción de mapas conceptuales. La mayoría de los alumnos que intervienen en el debate no conocen herramientas TIC específicas para elaborar mapas conceptuales, aunque creen que tales mapas se pueden construir con programas de carácter general como Word o Power Point. Algunos alumnos sí han oído hablar de recursos específicos como Visio, Prezi o CmapTools pero no los han llegado a utilizar previamente, excepto los estudiantes de carreras técnicas (informática, ingeniería, arquitectura,...) que han podido utilizar programas como Visio para elaborar diagramas de flujo y organigramas. La mayoría de los participantes en el debate consideran que las herramientas informáticas facilitan la elaboración de mapas conceptuales, aportan mayor calidad técnica e impacto visual y pueden ser herramientas útiles para el profesorado.

Dado que la inmensa mayoría de los estudiantes participantes en la experiencia no conocen el software CmapTools, en la siguiente actividad (A2.2) el profesor expone brevemente -con ayuda de una presentación- las características generales y las principales aplicaciones de esta herramienta TIC. También se suministra un documento de ayuda (tutorial) y un conjunto de enlaces web que permiten al alumnado adquirir abundante información para comenzar a utilizar este programa. También se indica el procedimiento a seguir para acceder a este software libre y gratuito, de modo que pueda instalarse en el ordenador personal de cada estudiante.

Con objeto de que los alumnos aprendan a utilizar el programa, al tiempo que se analizan sus características, se les pide en las actividades siguientes (A2.3 y A2.4) que vayan aplicando los conocimientos teóricos de forma práctica y gradual con ayuda CmapTools en la elaboración de un mapa conceptual propuesto por el profesor (por ejemplo el mapa mostrado en la figura 1). Así aprenden de forma rápida a crear una carpeta de trabajo (en la carpeta "Mis Cmaps" generada por la aplicación), abrir un archivo nuevo, introducir varios conceptos relacionados por frases de enlace y a guardar el archivo inicial en la carpeta de trabajo para poder ampliarlo

o modificarlo posteriormente. Después van complementado el mapa hasta incluir todos los conceptos y enlaces propuestos en el ejemplo, superando las dificultades que van surgiendo con ayuda de las explicaciones del profesor y de los propios compañeros o consultando algunos aspectos concretos en los tutoriales disponibles en el aula virtual de la asignatura o en internet. También aprenden a introducir algunas modificaciones en el primer mapa, haciendo uso de las diversas aplicaciones disponibles en la ventana “estilo”: Poner letras en mayúscula, cambiar color de fondo de algunos conceptos, ampliar o modificar la topología del mapa introduciendo nuevos términos, etc. Después proceden a crear una presentación de varias diapositivas a partir del mapa elaborado anteriormente, que puede visualizarse gradualmente.

Una vez que los alumnos han aprendido el manejo básico del software se les pide que se agrupen en equipos de trabajo (A2.5), que posean alguna afinidad como puede ser haber cursado la misma carrera, pertenecer a la misma especialidad del máster o compartir un conocimiento básico sobre un tema concreto. Entonces han de proceder a la elaboración de un mapa conceptual grupal, basado en un texto breve o en la síntesis de un tema educativo de interés común a todos los miembros del grupo, siguiendo el proceso de diseño que se aprendió en el primer seminario, pero en este caso el mapa debe elaborarse en archivo digital con Cmap Tools y presentarlo al profesor para ser evaluado.

Dado que todos los grupos no finalizan la tarea anterior en el tiempo previsto, el profesor comunica la posibilidad de seguir trabajando en la elaboración del mapa en horas no lectivas y remitirlo por correo electrónico o subirlo como tarea al aula virtual de la asignatura. Otras actividades complementarias que se proponen a los alumnos para completar el trabajo previsto en las horas no presenciales de la asignatura son las siguientes: a) Agregar una imagen o un color de fondo al mapa elaborado; b) Agregar recursos digitales de diverso tipo a algunos de los conceptos del mapa: archivos de texto o de sonido, imágenes, vídeos, enlaces a páginas web o a otros mapas conceptuales más específicos, incluyendo tales recursos en la carpeta de trabajo del mapa; c) Consultar la documentación disponible on-line para aprender a elaborar mapas colaborativos de forma sincronizada; d) Hacer una búsqueda en internet de mapas conceptuales elaborados con Cmap Tools que estén relacionados con la especialidad del estudiante y hacer una valoración de la utilidad didáctica de tales mapas. En torno a tales tareas complementarias hemos constatado que las aportaciones que remiten los estudiantes por correo electrónico, de modo individual o en grupo, presentan un nivel desigual de esfuerzo, ya que la mayoría de los trabajos remitidos sólo abordan los aspectos relacionados con la inclusión de imágenes de fondo o la inserción de recursos anexos (imágenes, vídeos, textos,...) a diversos conceptos del mapa. Este resultado es lógico, ya que las otras tareas presentan un grado de dificultad notable (c) o requieren un tiempo de trabajo superior al previsto (d).

En general el desarrollo de las actividades propuestas para la parte de trabajo presencial de este seminario se ajusta a la temporalización prevista, ya que los estudiantes de este nivel poseen una gran capacidad para familiarizarse con el uso de las TIC en general y para aprender a manejar el programa CmapTools, instalado previamente en los ordenadores del aula de informática. También se observa un ambiente de trabajo muy bueno en el aula, sobre todo cuando los alumnos realizan tareas individuales o grupales en interacción con el software Cmap Tools. En las figuras 2 y 3 se muestran ejemplos de mapas conceptuales elaborados por dos grupos de alumnos de las especialidades de Biología y de Física-Química del máster respectivamente.

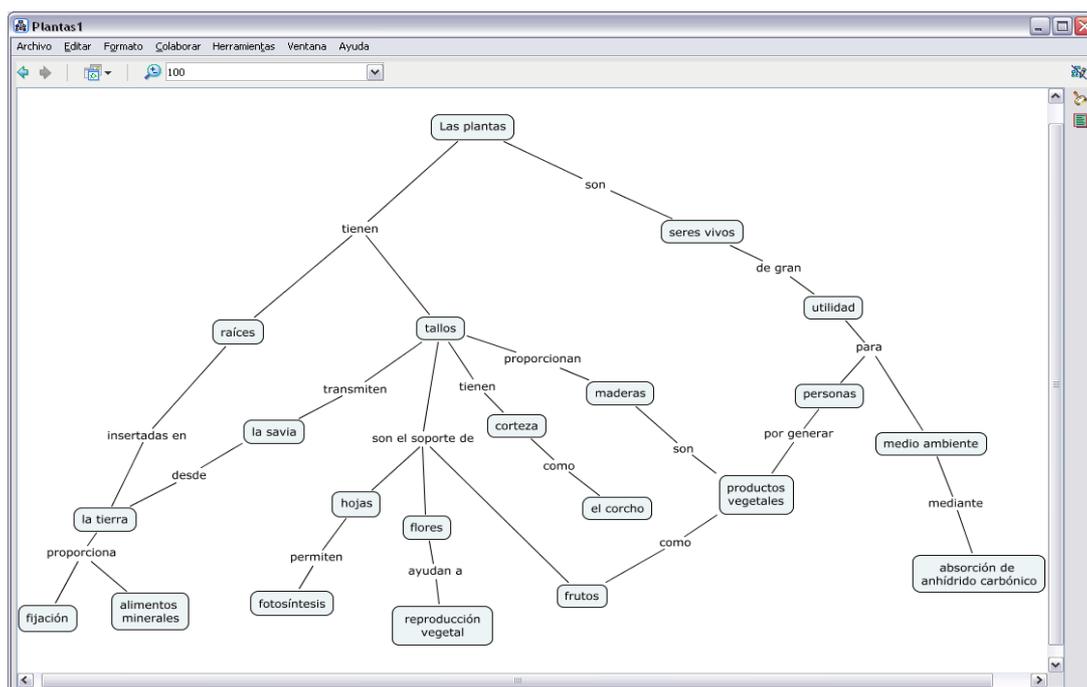


Figura 2. Ejemplo de mapa conceptual grupal sobre un tema de Biología.

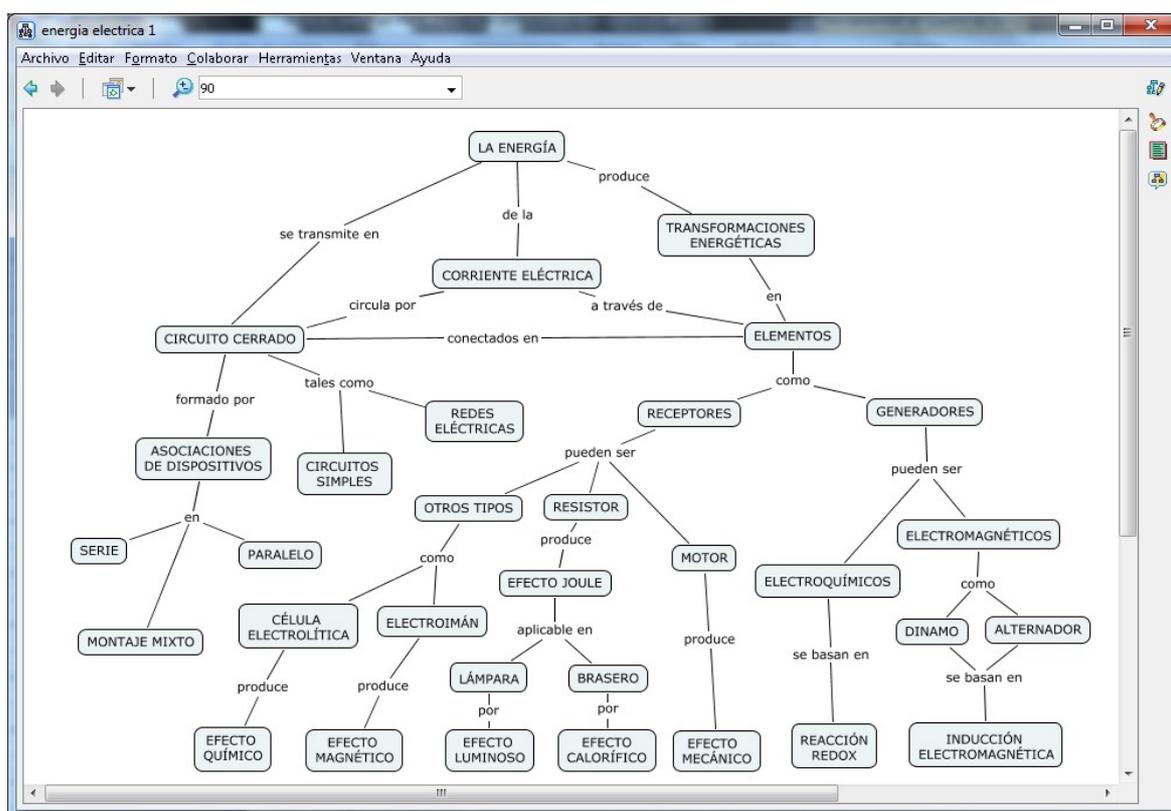


Figura 3. Ejemplo de mapa conceptual grupal sobre un tema de Física.

El ejemplo mostrado en la figura 2 es un mapa elaborado por dos estudiantes de la especialidad de Biología y Geología, que sintetizaron en el aula un texto breve sobre las plantas, a partir de un documento suministrado por el profesor. El ejemplo mostrado en la figura 3 es un mapa elaborado por dos estudiantes de la especialidad de Física y Química, que

comenzaron a elaborar el mapa en el aula y lo completaron en horas no lectivas, pudiendo dedicar un tiempo mayor de trabajo. Ello les ha permitido diseñar una representación del conocimiento más detallada que en el caso anterior.

### **Opiniones del alumnado sobre el desarrollo de la experiencia**

En la innovación educativa realizada hemos tratado de conocer la opinión del alumnado sobre el proceso de elaboración de mapas conceptuales con recursos TIC y sus implicaciones para la mejora de la formación inicial docente. Por ello, al finalizar la experiencia se ha pasado el cuestionario mostrado en el **Anexo 2**, con objeto de conocer las opiniones de los estudiantes sobre diversos aspectos relacionados con el aprendizaje de la técnica de elaboración de mapas conceptuales, su implementación con CmapTools y las posibles aplicaciones docentes de tales recursos. A continuación se exponen los principales resultados recogidos mediante tales cuestiones, indicando entre paréntesis el porcentaje (redondeado a números enteros) de sujetos que suscriben aquellas ideas relativamente frecuentes. Dado que cada estudiante suele incluir varias ideas en cada respuesta es lógico pensar que la suma de todos los porcentajes es superior a cien en cada pregunta. Por otro lado hay que indicar que el profesor a sugerido varios ítems de temas posibles a valorar libremente en cada cuestión, con objeto de estimular el mayor número de opiniones posibles.

#### • *Aprender a elaborar mapas conceptuales*

En primer lugar hemos solicitado a los sujetos participantes su opinión general sobre el uso de mapas conceptuales en la formación inicial docente y les hemos pedido que señalen las ventajas e inconvenientes que han encontrado al realizar individualmente los mapas. Algunas de las ideas que muestran nuestros alumnos del máster en torno al uso general de mapas conceptuales en la formación docente son las siguientes:

- No conocían previamente el uso de mapas conceptuales para representar su propio conocimiento (84%), pero en general les ha resultado fácil aprender a elaborarlos (63 %).
- Algunos sujetos creen que se necesita bastante tiempo y esfuerzo (14%) o consideran que es necesario tener paciencia y practicar mucho hasta que sale bien el mapa (28%).
- Hay estudiantes que han experimentado dudas o confusiones al aprender la técnica (19%), o que han tenido dificultades para buscar las palabras de enlace entre conceptos (16%).
- Algunos opinan que les cuesta trabajo seleccionar las ideas principales del tema (21%) o que no resulta sencillo estructurar el conocimiento que se debe representar en forma de mapa (31%).
- Muchos sujetos manifiestan que se han sentido motivados al aprender a elaborar mapas conceptuales (58%) o que les parece una actividad interesante o divertida (37%).
- Hay bastantes sujetos que consideran que la elaboración de mapas conceptuales requiere reflexión y esfuerzo intelectual (44%) pero ello es útil para mejorar el proceso de aprendizaje (28%) y creen que esta recursos favorece la renovación educativa (33%).

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 y renovador que supone realizar este tipo de actividades en el proceso de formación inicial docente.

- *Aprender a manejar CmapTools*

Posteriormente hemos pedido a los estudiantes que realicen 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. Algunas de las opiniones que muestran nuestros alumnos y alumnas en torno al diseño de mapas conceptuales con el software libre CmapTools son las siguientes:

- El dominio básico de la herramienta CmapTools requiere algo de tiempo y esfuerzo (42%), porque surgen problemas y dudas al principio (33%), pero en general resulta fácil aprender a usar este software (56%).
- Los recursos de ayuda que proporciona el profesor y los tutoriales disponibles en la Web facilitan bastante el aprendizaje de la elaboración de mapas conceptuales con CmapTools (47%).
- Los mapas digitales son más útiles que los de papel porque poseen mejor calidad o impacto visual (37 %) o porque se pueden guardar y modificar después (42%)
- Es interesante y fácil poder hacer presentaciones a partir de un mapa de Cmap Tools (40%).
- Una gran utilidad de los mapas de CmapTools es la posibilidad de agregar otros recursos digitales como textos, imágenes o vídeos (51%).
- Para la educación científica es interesante poder conectar los conceptos de un mapa realizado por el profesor con otros mapas conceptuales sobre el tema que están disponibles en internet (30%).

De la observación de las actividades realizadas en el aula y de las opiniones de los estudiantes sobre esta cuestión se deriva que los profesores en formación inicial adquieren de forma rápida un buen manejo de CmapTools, aunque se aprecian ritmos diferentes en el proceso de adiestramiento y dificultades individuales que el profesor y los propios compañeros ayudan a solventar sobre la marcha. En general el uso de esta herramienta TIC les parece bastante motivador, ya que les permite realizar un trabajo activo y útil, cuyos resultados se implementan de forma visual.

- *Aprender a trabajar en equipo construyendo mapas colaborativos*

En tercer lugar hemos pedido a los alumnos y alumnas que hagan una valoración personal de las actividades de realización de mapas conceptuales en grupo y si consideran que tales actividades contribuyen a mejorar el proceso de aprendizaje o a desarrollar mejor los objetivos de la asignatura. Algunas de las opiniones que muestran los futuros profesores de enseñanza secundaria en torno al trabajo colaborativo que se ha realizado en esta experiencia son las siguientes:

- La gran mayoría de alumnos y alumnas valoran favorablemente el proceso de elaboración de mapas conceptuales compartidos para potenciar la aportación e intercambio de ideas en el grupo de trabajo (60%), favoreciendo un ambiente de trabajo colaborativo y motivador (56%).

- Muchos estudiantes opinan que estas actividades contribuyen a mejorar las interacciones sociales en el aula (44%) y facilitan el conocimiento personal entre compañeros y compañeras (37%).
- Buena parte de los estudiantes consideran que con esta metodología de trabajo se mejora el proceso de elaboración del mapa conceptual individual (47%), aunque a veces surge falta de consenso sobre la selección o la jerarquización de conceptos (28%).
- Algunos alumnos opinan que a través de la interacción del grupo se facilita la comprensión de los temas trabajados (33%) y se desarrolla más la seguridad en uno mismo en el momento de compartir ideas (26%).

A la vista de tales opiniones 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, tanto en papel y lápiz como en CmapTools.

● *El desarrollo de competencias docentes en la formación inicial*

Finalmente hemos pedido a los estudiantes que valoren si las actividades realizadas en esta experiencia educativa han contribuido al desarrollo de algunas de las competencias generales del máster de formación de profesorado de enseñanza secundaria. En general, la mayoría de los estudiantes encuestados destacan que:

- El uso de CmapTools favorece bastante el desarrollo de destrezas en el uso educativo de las TIC (53%), por ser un software fácil de usar (44%), que permite agregar diferentes tipos de información digital (42%) y permite hacer presentaciones sencillas que pueden ser útiles para la comunicación docente (35%).
- La mayoría de los sujetos participantes en la experiencia valoran muy favorablemente el hecho de haber realizado mapas colaborativos (58%), porque es una actividad útil para aprender a desarrollar la capacidad de trabajo en equipo (44%).
- Algunos señalan que el diseño de mapas conceptuales individuales favorece la capacidad de aprender por uno mismo (30%) y de reflexionar sobre lo que uno conoce acerca de un tema, lo cual es útil en la formación docente (21%).
- También señalan algunos el interés de desarrollar en el aula actividades que obligan al alumnado del máster a hablar en público, por considerar que la capacidad de comunicación oral (con ayuda de mapas y presentaciones) es bastante útil para adquirir seguridad y mejorar la formación docente (35%).

## Conclusiones

En este trabajo se ha expuesto el desarrollo de una experiencia innovadora, realizada en el proceso de formación inicial de profesores de educación secundaria del área científico-técnica, relacionada con el uso de CmapTools, que consideramos una herramienta TIC especialmente útil para la representación del conocimiento mediante mapas conceptuales. Esta experiencia forma parte de un proyecto de innovación docente que, en su primera fase, nos ha permitido obtener algunos resultados de interés sobre el proceso de adquisición de competencias docentes en el aula, cuando se aplica una metodología de trabajo activa y colaborativa en el uso de las TIC.

En esta primera fase hemos podido comprobar que los profesores en formación han aprendido a elaborar con bastante rapidez mapas conceptuales y los consideran como instrumentos que les pueden resultar útiles cuando tengan que representar visualmente los contenidos de un tema y comunicar sus ideas básicas o a la hora de diseñar actividades de aprendizaje a realizar por sus alumnos en el futuro. Así mismo hemos observado que tales sujetos poseen gran capacidad para adquirir destrezas relacionadas con el manejo de las TIC, ya que hemos observado que nuestros alumnos aprenden 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, contribuyendo a enriquecer el proceso de aprendizaje (Ríos et al., 2007).

Por otra parte hemos podido constatar que la metodología de trabajo empleada en esta innovación permite fomentar la interacción social en el aula, desarrollando la capacidad de trabajo en equipo y el aprendizaje colaborativo, al usar CmapTools para la elaboración de mapas conceptuales compartidos, a partir de diversos textos breves, de ciencia o tecnología, que los alumnos habían de sintetizar en forma de mapa grupal. Las opiniones de los futuros docentes sobre este aspecto de la innovación son bastante positivas y ponen de manifiesto la utilidad de este recurso para favorecer la motivación y el cambio metodológico, de modo que recomendamos el uso de este tipo de estrategias como medio adecuado para mejorar los procesos de formación inicial docente.

Así mismo hemos observado que los futuros profesores de ciencia y tecnología creen que el conjunto de actividades desarrolladas en esta experiencia han contribuido a desarrollar algunas destrezas docentes de carácter general, relacionadas con diversas competencias previstas en el plan de estudios del máster de formación de profesorado de enseñanza secundaria. Además del desarrollo de destrezas relacionadas con el trabajo en equipo y el uso educativo de las TIC que ya hemos comentado, hay que indicar que los profesores en formación señalan que el diseño de mapas conceptuales favorece la capacidad individual de reflexionar y de aprender a sintetizar un tema o para poder hacer una representación visual adecuada del mismo, hecho que consideran importante para desarrollar la capacidad de comunicación oral que debe ser una variable importante de la formación inicial y permanente del profesorado (Cano, 2005).

Por tanto, a modo de conclusión final podemos considerar que los primeros resultados de esta experiencia nos han permitido alcanzar razonablemente los objetivos previstos en el proyecto de innovación. Además de exponer detalladamente el desarrollo de las actividades realizadas durante las clases, también hemos aportado un instrumento de recogida de datos sencillo y útil, que permite conocer las opiniones de los profesores en formación a la hora de valorar el desarrollo de tales actividades. Somos conscientes de que el número de participantes en esta experiencia 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. Por ello para la segunda fase estamos trabajando en el diseño de un instrumento de valoración de las opiniones de los estudiantes basado en una escala likert y trataremos de aplicarlo en una muestra más amplia de sujetos, con objeto de profundizar en la investigación educativa sobre el uso de CmapTools en la formación docente (Campos et al., 2009; González et al., 2010).

## Referencias bibliográficas

- 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* (Vol. I, pp. 125-133). Pamplona: Universidad de Navarra.
- Carrascosa, J., Martínez, J., Furió, C. y Guisasola, J. (2008). ¿Qué hacer en la formación inicial del profesorado de ciencias de secundaria? *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 5(2),118-133.
- 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), 36-49.
- Echarri, F. y Puig, J. (2009). Aprendizaje significativo y Educación Ambiental mediante el programa de software libre Cmap Tools. *Comunicación y pedagogía: Nuevas tecnologías y recursos didácticos*. N° 235-236. Pp.16-20
- Gil Pérez, D. (1991). Qué han de saber y saber hacer los profesores de secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*. 9(1), pp.69-77.
- 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 & Education*, 57(4), pp. 2272-2280
- Mellado, V., Blanco, L. y Ruiz, C. (1999). *Aprender a enseñar ciencias experimentales en la formación inicial de profesorado*. Badajoz: ICE de la Universidad de Extremadura.
- Murga-Menoyo, M.A, Bautista, M.J. y Novo, M. (2011). Mapas conceptuales con *Cmap Tools* en la enseñanza universitaria de la educación ambiental. Estudio de caso en la Uned. *Enseñanza de las Ciencias*, 29(1), pp.47-60.
- 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*. <http://www.eduteka.org/pdfdir/> (consultado 30-02-11)

- 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. <http://www.ihmc.us/> (consultado 30-02-11)
- 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), 106-124.
- Perales, F.J. (1990). Las representaciones simbólicas del conocimiento y su aplicación en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*. 8 (1), pp.79-82.
- Perrenoud, P. (2004). *Diez nuevas competencias para enseñar*. Barcelona: Graó.
- Pontes, A. (1992). Los mapas conceptuales como recurso educativo en la enseñanza de las ciencias. *Alminar*, 25, pp.33-38.
- 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), 2-18.
- Pontes, A. y Serrano, R. (2008). Mapas conceptuales y tecnología educativa. En A. Pontes [Coord.] *Aspectos generales de la formación inicial del profesorado de educación secundaria*. pp. 309-331. Córdoba: Servicio de Publicaciones de la UCO.
- Pontes, A. y Serrano, R. (2009). Concepciones previas sobre los procesos y contextos educativos entre aspirantes a profesores de ciencias en educación secundaria. *VIII Congreso Enseñanza de las Ciencias*. Barcelona: UAB.
- Pontes, A., Serrano, R., Muñoz, J.M. y López, I. (2011). Innovación educativa sobre aprendizaje colaborativo con Cmap Tools en la formación inicial docente. *Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa*, 4(2), (En prensa)
- 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.
- Sánchez, L., Lombardo, J. M., Riesco, M. y Joyanes, L. (2004). Las TICs y la formación del profesorado en la Enseñanza Secundaria. *Revista: Educación y futuro digital*. Abril-04. pp.34-51
- 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
- Vilches, A. y Gil, D. (2010). Máster de Formación Inicial del Profesorado de Enseñanza Secundaria. Algunos análisis y propuestas. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 7(3), 661-666.

## Anexo 1.- Programa-guía de actividades de aula

### 1ª Parte: Actividades sobre representación del conocimiento con mapas conceptuales

*A1.1. Introducción a la representación del conocimiento: ¿En qué consiste la representación del conocimiento y para qué se utiliza en educación? ¿De qué forma o mediante qué procedimientos se puede representar el conocimiento? ¿Qué tienen en común los diversos modelos de representación del conocimiento y qué pueden aportar para mejorar la comunicación oral?*

*A1.2. Introducción a los mapas conceptuales: ¿Qué son los mapas conceptuales y en qué se diferencian de otros modelos de representación del conocimiento? ¿Qué proceso se ha de seguir para construir un mapa conceptual?*

*A1.3. Elaboración individual de un mapa conceptual a partir de un texto educativo: Leer detenidamente el texto suministrado por el profesor y a continuación realizar las tareas siguientes: a) seleccionar lista de términos claves, b) ordenar los conceptos de forma jerárquica, c) elaborar frases de relación entre los conceptos señalados para establecer enlaces, d) construir el mapa conceptual con papel y lápiz*

*A1.4. Reelaboración grupal del mapa conceptual: a) Formar grupos de dos o tres personas y volver a diseñar el mapa realizado individualmente, comenzando por acordar la lista de términos claves del texto; b) Reorganizar la distribución jerárquica de los conceptos del mapa y añadir los enlaces adecuados*

*A1.5. Presentación de mapas conceptuales en público: a) Pasar algunos mapas individuales y grupales a transparencias de acetato con ayuda de rotuladores; b) Exponer, usando el proyector de transparencias, tales ejemplos de mapas conceptuales ante el resto de la clase; c) Realizar un debate sobre la utilidad de los mapas conceptuales en la comunicación docente.*

### 2ª Parte: Actividades para aprender a elaborar mapas conceptuales con CmapTools

*A2.1. ¿Existen recursos informáticos específicos para la construcción de mapas conceptuales? ¿Qué ventajas aportan tales recursos a la educación y la formación docente?*

*A2.2. Introducción a CmapTools: ¿Qué es CmapTools, para qué sirve y cuáles son las características generales de esta herramienta TIC? ¿Qué se necesita para poder utilizar CmapTools en la educación?*

*A2.3. Elaboración de un mapa conceptual individual con CmapTools: a) Abrir una carpeta de trabajo y crear un archivo nuevo; b) Introducir conceptos en el mapa y crear enlaces con ayuda de las explicaciones del profesor o consultando el tutorial; c) Guardar el archivo para poder mejorarlo posteriormente; d) Introducir algunas modificaciones en el mapa haciendo usos de las opciones disponibles en la ventana "estilo": Poner letras en mayúscula, cambiar color de fondo de algunos conceptos, modificar la topología del mapa introduciendo nuevos términos hasta configurar la segunda versión del mapa propuesto por el profesor.*

*A2.4. Crear una presentación oral con CmapTools: a) Consultar la documentación disponible para conocer la forma de elaborar una presentación de diapositivas a partir de un Cmap; b) Crear una presentación de varias diapositivas a partir del mapa elaborado anteriormente y visualizarlas gradualmente; c) Guardar de nuevo el archivo incluyendo la presentación diseñada.*

*A2.5. Elaboración en el aula de un Cmap grupal: a) Buscar un texto breve o seleccionar un tema educativo de interés común a todos los miembros del grupo, seleccionar una lista de términos básicos para describir el tema elegido y elaborar con papel y lápiz un primer borrador del mapa conceptual; b) Pasar el mapa elaborado a Cmap Tools y presentarlo al profesor para ser evaluado.*

*A2.6. Actividades (no presenciales) complementarias: a) Agregar una imagen o un color de fondo al mapa elaborado; b) Agregar recursos digitales de diverso tipo a algunos de los conceptos del mapa; c) Consultar la documentación disponible on-line para aprender a elaborar mapas colaborativos de forma sincronizada; d) Hacer una búsqueda en internet de mapas conceptuales elaborados con Cmap Tools que estén relacionados con la especialidad del estudiante y hacer una valoración de la utilidad didáctica de tales mapas.*

## Anexo 2.- Cuestionario sobre el uso de mapas conceptuales en la formación docente

1. *¿Cómo valoras uso de mapas conceptuales en la formación inicial docente? Indica las ventajas e inconvenientes que has encontrado al realizar individualmente tales mapas*
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.*
3. *¿Cómo valoras la experiencia de realizar mapas conceptuales en grupo? ¿Crees que dicha actividad contribuye a mejorar el proceso de aprendizaje?*
4. *¿Crees que las actividades realizadas en esta experiencia educativa contribuyen al desarrollo de algunas de las competencias generales del curso?*