

Gestión de Proyectos Software mediante Mapas Conceptuales

F. de la Rosa T., R M. Gasca, S. Pozo y R. Ceballos
Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos
Universidad de Sevilla
{ffrosat, gasca, sergio, ceballos}@lsi.us.es

Abstract. Hoy en día uno de los factores más importantes para gestionar correctamente un proyecto software es la creación de un marco de trabajo donde los distintos actores que participan en el proyecto puedan colaborar en las distintas tareas del proyecto. Para ello se suelen utilizar, en muchos casos implícitamente, procesos de trabajos y aplicaciones con objeto de facilitar el trabajo en grupo como pueden ser: el correo electrónico, tormentas de ideas, foros, pizarras, etc. Estas técnicas son agrupadas bajo el termino Groupware. En este trabajo presentamos una herramienta Groupware que utiliza como estrategia colaborativa mapas conceptuales. Esta técnica aunque muy desconocida ha sido considerada como revolucionaria en las grandes empresas en sus procesos de aprendizaje. A su vez analizaremos las implicaciones de utilizar esta estrategia de aprendizaje como herramienta para la colaboración, tanto desde el punto de vista de su influencia en el factor humano, como desde el punto de vista de las aportaciones a la gestión de los proyectos software.

Palabras Claves. Gestión de proyectos software, elicitación de requisitos, mapas conceptuales, mapas mentales, construcción del conocimiento, modelos cognitivos, modelos just-in-time, marco de trabajo para la colaboración, Groupware, interfaz hombre-máquina.

1. Introducción

Uno de los factores claves a la hora de gestionar con éxito un proyecto software es la construcción de canales de comunicación adecuados que permitan el flujo de información entre los distintos miembros del equipo, con objeto de que estos tomen decisiones acertadas:

- Los jefes de proyectos deben gestionar los problemas que surgen y transmitir al cliente el estado del proyecto, convenciéndole de la viabilidad de proyecto.
- El cliente debe validar las especificaciones del proyecto.
- Los analistas deben poder transmitir a los desarrolladores los requisitos.
- Los desarrolladores deben poder transmitir las incidencias a los jefes de proyectos para que estos tomen las medidas adecuadas.
- etc.

Esto obliga a construir sistemas complejos y altamente organizados donde la percepción y la colaboración de todos es importante [1,2,3]. Actualmente en estos sistemas se utilizan un amplio abanico de técnicas de colaboración, enmarcadas bajo el término Groupware [1]: correo electrónico, tormentas de ideas, foros, weblogs, etc. Pero pocas han tenido en cuenta los procesos cognitivos en su desarrollo.

Desde la década de los 90 se está experimentando con los mapas conceptuales, técnica desarrollada por Novak en 1984 [4], para implementar herramientas visuales de colaboración que faciliten el aprendizaje y la adquisición de conocimiento. Entre estos trabajos podemos destacar las aportaciones de Cañas y colaboradores, que han utilizado esta estrategia tanto para el aprendizaje de niños en Latinoamérica [5,6] como para la adquisición de conocimiento entre expertos de la NASA que debatían sobre el lugar más apropiado para el descenso de naves en Marte [7]. En este trabajo presentamos una herramienta visual que implementa dicha estrategia, con objeto de favorecer un diálogo útil que permita la discusión y la reflexión capaz de hacer emerger y gestionar los distintos aspectos a tener en cuenta en un proyecto software. Para conseguir esto nuestra herramienta facilita:

- La colaboración de los distintos actores para construir un mapa conceptual a partir de los mapas mentales de cada individuo, obteniendo como resultado una representación integradora del proyecto.
- La utilización de plantillas de información para asociar información a los distintos conceptos representados en el mapa conceptual, como pueden ser plantillas de elicitación de requisitos o incidencias.

Desde el punto de vista de este trabajo, el primer objetivo de un equipo de proyecto al iniciar la etapa de elicitación, debería ser la representación de un mapa conceptual con los conceptos y las relaciones mínimas más relevantes, de forma que a medida que se vaya profundizando en los requisitos del proyecto, el mapa se vaya expandido y completado con nuevas plantillas de información de requisitos. Por tanto, esta etapa se caracterizaría por procesos de refinamientos (expansión y/o sintetización) sobre el mapa. A partir de la etapa de análisis la estabilidad del mapa y la incorporación de nuevas plantillas de información adaptadas a la etapa del ciclo de vida y a la metodología utilizada sería el denominador común, aunque esta estabilidad podría verse perturbada por el descubrimiento de algún nuevo requisito no previsto. En la figura 1 resumimos gráficamente éstas actividades enmarcándolas dentro del ciclo de vida de un proyecto software.

Etapas PS	Elicitación	Análisis	Diseño	Implementación	Pruebas	Mantenimiento
Actividades	Mapa Inicial					
sobre el mapa	Operaciones de refinamiento.		Etapa de estabilidad. Perturbaciones en el mapa por el descubrimiento de nuevos requisitos. Representaciones de métricas en los mapas.			
plantillas utilizadas	- de costes - de requisitos		- adaptadas para cada etapa y metodología - de incidencias			

Figura 1: Actividades sobre un mapa conceptual enmarcadas dentro del ciclo de vida de un proyecto software.

En las siguientes secciones de este trabajo veremos los siguientes puntos: 1) las implicaciones en el factor humano de la utilización de los mapas conceptuales, 2) las aportaciones de esta herramienta en la gestión de los proyectos software y por último 3) una introducción a la herramienta desarrollada.

2. Mapa conceptual como modelo cognitivo individual

Los mapas conceptuales son una estrategia de aprendizaje utilizada para preparar al personal de grandes empresas, que la han considerado una técnica revolucionaria, aunque sigue siendo una gran desconocida en muchos ámbitos. Para comprender su trascendencia es necesario estudiar sus fundamentos básicos a través de dos teorías relacionadas con el aprendizaje y los modelos cognitivos de un individuo: *la teoría del cerebro pensante y emocional* [8] y *los modelos cognitivos individuales* [9].

La primera de las teorías surge como reacción a *la teoría de los dos hemisferios*, la cual distingue en el cerebro dos hemisferios. El *hemisferio lógico*, vinculado con los mecanismos del habla, del razonamiento lógico y analítico, y el *hemisferio emocional*, donde residen los mecanismos vinculados con la creatividad, el razonamiento espacial, y que originan un estilo de pensamiento no verbal y orientado a la totalidad. Gracias a esta teoría se han desarrollado estrategias de aprendizaje que utilizan las capacidades del individuo pero por separado.

Como complemento a *la teoría de los dos hemisferios* ha surgido *la teoría del cerebro pensante y emocional* donde se sigue estudiando los mecanismos de cooperación entre ambos hemisferios. El estudio de estos mecanismos ha permitido el desarrollo de estrategias capaces de potenciar las capacidades de aprendizaje de un individuo, basadas fundamentalmente en el desarrollo de técnicas que permiten la cooperación de los dos hemisferios cerebrales en los procesos de aprendizaje. Este es precisamente el objetivo de la estrategia de los *mapas conceptuales*, a la vez que el individuo necesita utilizar el razonamiento lógico y analítico para comprender el mapa, necesita utilizar el razonamiento espacial y visual, facilitando el pensamiento no verbal e intuitivo. Esta cooperación de los distintos mecanismos del cerebro permite potenciar las capacidades de aprendizaje del individuo, especialmente favoreciendo el aprendizaje holístico, esto es la visión global del mapa.

La segunda de las teorías relacionada con los *mapas conceptuales* surge a partir de los modelos cognitivos los cuales afloran en los años 60 de la Psicología Cognitiva, disciplina ésta encargada de estudiar los sistemas de procesamiento de información humanos. Los modelos cognitivos se clasifican básicamente en: *modelos cognitivos individuales* los cuales estudian los sistemas cognitivos que se producen en un individuo y *modelos cognitivos distribuidos* que estudian sistemas que permiten a las personas organizarse para alcanzar unos objetivos.

De forma simplificada los modelos cognitivos individuales estudian como interactúan las distintas partes del cerebro en los procesos de aprendizaje de una persona, desde la percepción, hasta la forma de almacenar la información en la memoria para generar conocimiento [2,9]. Comprender las aportaciones de los mapas conceptuales como estrategia de aprendizaje en general o como herramienta de

gestión de proyectos software en particular, significa necesariamente analizarlos como un modelo cognitivo individual.

Los modelos conceptuales mas básicos distinguen entre en dos tipos de memorias: *la memoria a largo plazo* y *la memoria operativa o a corto plazo*. Seguidamente estudiaremos las funciones de estas memorias a través de las dos procesos básicos que se pueden realizar sobre un mapa conceptual:

- 1) Proceso de Interpretación: Cuando un individuo realiza la *interpretación* de un mapa conceptual percibe información a través de sus órganos sensoriales, esta información es almacena en la memoria a largo plazo. El almacenamiento de la información no se realiza de forma aleatoria, sino que a medida que percibimos vamos almacenando la información junto a otras informaciones o conceptos en los cuáles hemos encontramos una cierta *relación de similitud*. Por ejemplo si pensamos en un animal probablemente afloran los conceptos de perro y gato antes que los de elefante o tigre, este ejemplo puede ser cierto para cualquier individuo educado en la sociedad occidental, pero puede no serlo para un individuo ajeno dicha sociedad. Por tanto dos personas que reciban la misma información pueden generar conocimientos distintos, dependiendo este de su conocimiento previo. A lo largo de este trabajo nos referiremos a los *mapas mentales* como a la forma en que un individuo tiene estructurado su conocimiento. Siendo precisamente el objetivo de los mapas conceptuales el generar una representación del mapa mental del individuo.

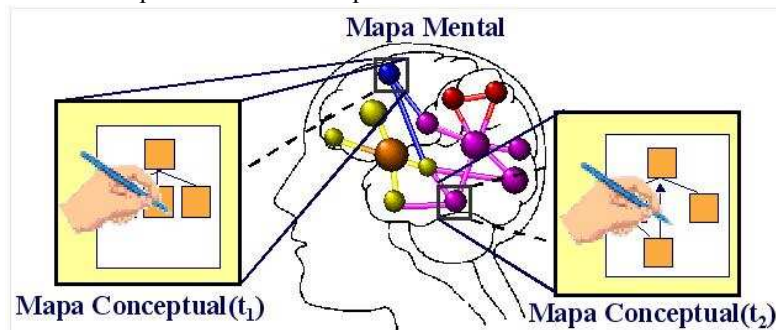


Figura 2: Proceso de representación de los mapas mentales en mapas conceptuales.

- 2) Proceso de construcción: Cuando un individuo enfoca su pensamiento en algún concepto que desea representar en el mapa, accede a la información almacenada en la memoria de largo plazo, descargándola sobre la memoria a corto plazo. Podemos afirmar por tanto que la memoria a corto plazo sólo puede almacenar la información operativa, esto es la información que puede manejar un individuo en un instante de tiempo, siendo ésta pequeña en comparación con todo su conocimiento. Por tanto cuando queremos representar nuestro mapa mental, sólo podemos acceder a parte de él, siendo necesario para obtener una representación completa recorrerlo enfocando nuestro pensamiento en cada una de las zonas significativas, en distintos instantes de tiempo. Precisamente lo que permite realizar la estrategia de los mapas conceptuales, es que el individuo vaya

reconstruyendo su mapa mental de forma consciente mediante dos procesos o momentos en la construcción del conocimiento [8]:

- *Construcción estática del conocimiento* donde el individuo toma conciencia de la información que tiene almacenada sobre determinada zona de su mapa mental y que es plasmada en un mapa conceptual.
- *Construcción dinámica del conocimiento* donde el individuo accede a nuevas zonas del mapa mental y reestructura el mapa conceptual previo con la nueva información que aflora. Haciendo especial hincapié en las relaciones entre la zona antigua y la nueva.

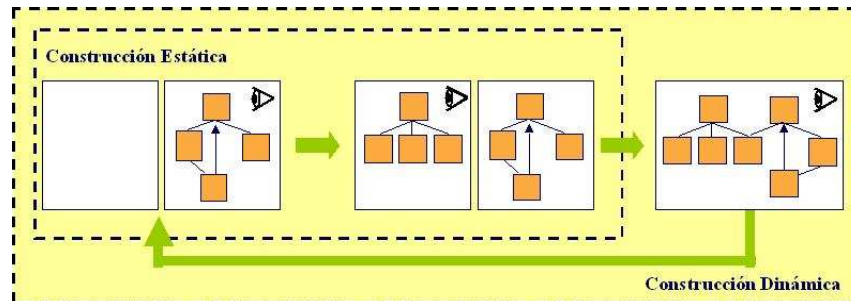


Figura 3: Momentos en la construcción del conocimiento mediante mapas conceptuales.

Como conclusión podemos afirmar que los mapas conceptuales es una técnica de aprendizaje que facilita la reflexión sobre nuestro conocimiento, permitiendo estructurar y obtener una visión global de éste.

3. Mapa conceptual como modelo cognitivo distribuido en la gestión de proyectos software

También nuestra herramienta puede estudiarse como un *modelo cognitivo distribuido* donde varias personas interactúan utilizando un mapa conceptual con el fin de alcanzar unos objetivos. En este apartado realizaremos un estudio de las ventajas e inconvenientes que esta herramienta proporciona en la gestión de proyectos software. Como *modelo cognitivo distribuido* podemos destacar los siguientes inconvenientes:

- Genera un conocimiento sintético sobre el proyecto, aunque éste se completa asociando información más elaborada a los mapas conceptuales.
- La generación de los mapas conceptuales implica un coste, aunque éste puede ser compensado por las ventajas que proporciona a la comunidad.

Como ventajas podemos destacar:

- Permite desarrollar un *idioma común* entre los distintos actores, ya que éstos deben ponerse de acuerdo en los conceptos o módulos que deben aparecer en el mapa conceptual según su relevancia.
- Facilita una *visión integradora* del proyecto a los distintos actores que participan en el proyecto.

- Facilita los *procesos de búsqueda de información*. Gracias a la visión global que proporcionan los mapas conceptuales, la herramienta muestra un enfoque *just-in-time* de búsqueda de información, esto es, permite acceder eficazmente a la información recopilada sobre el proyecto en el momento que haga falta.
- Facilita la *reflexión* de los distintos actores del proyecto al permitir a estos comparar y sincronizar sus mapas mentales.
- Favorece el *trabajo en grupo* ya que permite que varios actores cooperen para desarrollar un mapa conceptual que ofrezca una visión común del proyecto.
- Facilita la comunicación entre los distintos actores, favoreciendo la *aportación de nuevas ideas* al proyecto.
- Los mapas conceptuales facilita la *percepción de tareas o conceptos importantes* que pudieran pasar por alto dentro del proyecto, realizando una representación explícita de éstos en el mapa conceptual.
- Los mapas conceptuales son fáciles de comprender, desarrollar y modificar.

Desde el punto de vista de las etapas de los ciclos de vida y los distintos actores que intervienen en el proyecto, podemos destacar las siguientes ventajas aportadas a la *etapa de elicitación o análisis de requisitos*:

- Facilita un *punto de partida* inicial para los proyectos, el cual puede evolucionar a lo largo las distintas etapas del ciclo de vida de éstos, mediante el continuo refinado de los requisitos, tareas, estimaciones de costes, incidencias, etc. Permitiendo utilizar o adaptar las plantillas de información propuestas en distintas metodologías, según el tipo de proyecto gestionado.
- Facilita la *validación* o *verificación* de los requisitos por parte del cliente, a través de la validación de la información que contiene el mapa.

Ventajas observadas en las tareas de estimaciones de costes:

- Permite *homogeneizar las estimaciones* de los costes de los módulos ya que los distintos actores pueden expresar sus inquietudes sobre las dificultades que aparecerán en los distintos módulos.
- Al permitir a los actores observar las relaciones que existen entre los módulos y los conceptos permitir *observar la estructura del software*. Por ejemplo si un módulo está muy relacionado con un gran número de módulos, nos permite reflexionar sobre la verdadera naturaleza de la complejidad del módulo, esto nos permitiría detectar los módulos conflictivos y tomar las medidas correctoras como asignar a estos módulos a los miembros del equipo más experimentados.

Ventajas en la *etapa de desarrollo*:

- El enfoque *just-in-time* de búsqueda de información favorece el acceso a la información de los distintos actores y en particular a los nuevos miembros asignados al proyecto, que pueden explorar el mapa conceptual para buscar rápidamente la información que necesitan, facilitando la adaptación de éstos al proyecto y reduciendo los costes en la *rotación* de empleados.

4. Herramienta de gestión software basada en mapas conceptuales

La herramienta está construida sobre el editor de ontologías Protégé [10], al cual hemos ampliado su funcionalidad desarrollando un plugg-in que permite la gestión de un metamodelo donde expresamos visualmente los mapas conceptuales. A la vez que se construye el mapa, la herramienta permite asociar información a los distintos elementos del mapa conceptual, haciendo uso de plantillas de información, encargadas éstas de proporcionar un *esquema común a la información*. Podemos distinguir los siguientes módulos en la herramienta:

- El *editor de plantillas*: Permite adaptar la herramienta a cualquier metodología o adaptar distintas metodologías a nuestras necesidades. A su vez permite definir relaciones entre las distintas plantillas, como veremos esta información servirá para navegar entre las distintas plantillas. En el modelo de gestión que hemos implementado con la herramienta hemos utilizado las plantillas definidas en la metodología REM 2.1[11] para representar la información sobre los requisitos.
- El *editor de mapas*: permite la construcción interactiva de mapas y el uso de plantillas, creadas con el editor de plantillas, para asociar información que complemente los distintos elementos del mapa: plantillas de requisitos, incidencias, plantillas de estimación de costes, referencias de Internet, responsables, etc. En la figura 4 podemos observar el editor de mapas conceptuales.

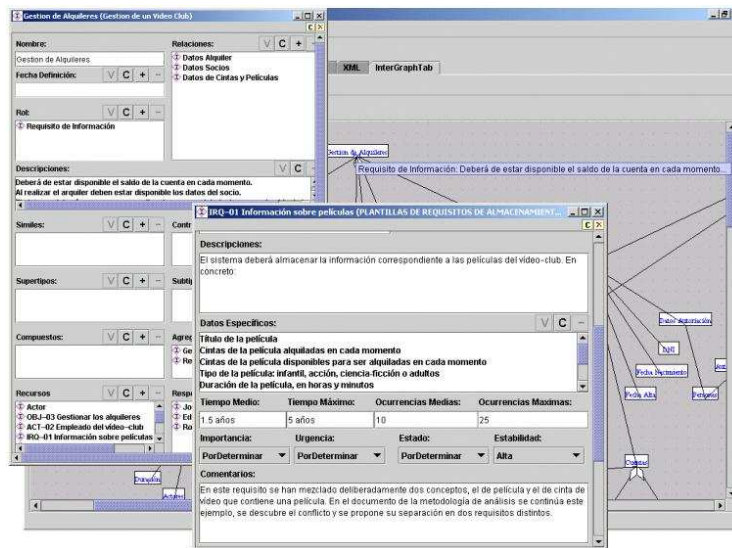


Figura 4: Editor de mapas conceptuales. En la figura aparece la información del nodo (izquierda) y una de las plantillas de información asociada (centro-abajo).

- Para facilitar la exploración a través de la web, la herramienta permite transformar los mapas en formato HTML y XML. Como vimos el editor de plantillas permitía definir la navegación entre las distintas plantillas, esta

información servirá para definir la navegación por el mapa. En la figura 5 podemos observar un ejemplo de mapa en formato HTML.

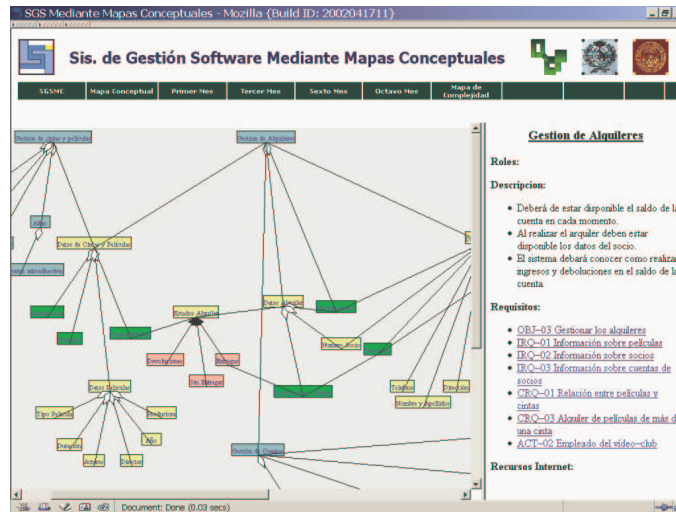


Figura 5: Información generada por la herramienta sobre un proyecto de gestión de un video club: mapa conceptual (izquierda) y plantillas asociadas (derecha). Con el menú de la página podemos cambiar las variables representadas en el mapa (complejidad y porcentaje de ejecución de las tareas).

El modelo de gestión diseñado ha sido adaptado para representar varios tipos de variables que se generan a lo largo del ciclo de vida de un proyecto. En concreto se ha representado en la naturaleza de los distintos elementos que componen el mapa conceptual, la evolución y la estimación de la complejidad de las actividades asociadas a cada concepto o módulo del proyecto representado en el mapa. Para distinguir la naturaleza de los distintos elementos dentro del mapa conceptual, se ha asociado un color a cada tipo de elemento que lo compone: *requisitos funcionales*, *requisitos de información* y *módulos compuestos de requisitos de distintos tipos*. Para representar la complejidad de los módulos y el estado de las tareas hemos definido un escala de colores. En la figura 6 podemos ver las escalas utilizadas y en las figuras 7 y 8 podemos observar el mapa conceptual representando la complejidad y la evolución de las tareas asociadas a cada concepto representado en el mapa.

Complejidad	Estado Tarea	Tipos de Requisitos
Muy Baja	0% Finalizado	Requisitos Funcionales
Baja	20% Finalizado	Hibridos
Media	40% Finalizado	Requisitos de Información
Alta	50% Finalizado	Estados
Muy Alta	60% Finalizado	
Extrema	80% Finalizado	
	100% Finalizado	

Figura 6: Escalas utilizadas en el modelo de gestión para representar: la complejidad, el estado de las tareas y la naturaleza de los elementos representados en el mapa conceptual.

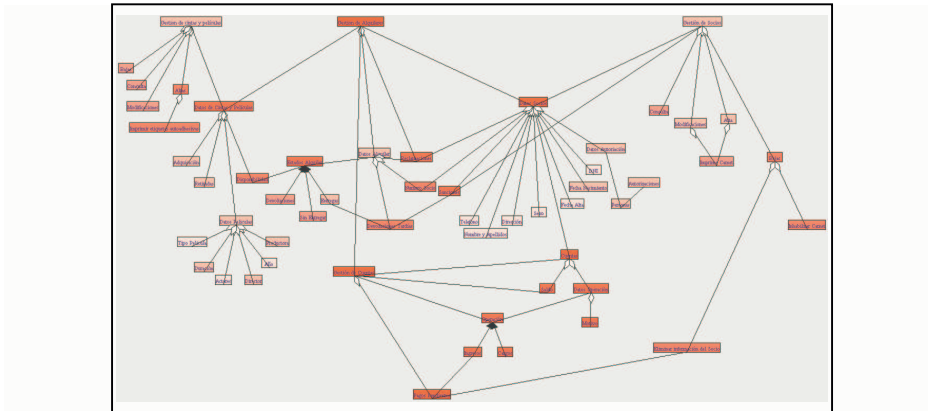


Figura 7: Complejidad asociada a cada uno de los elementos del mapa conceptual.

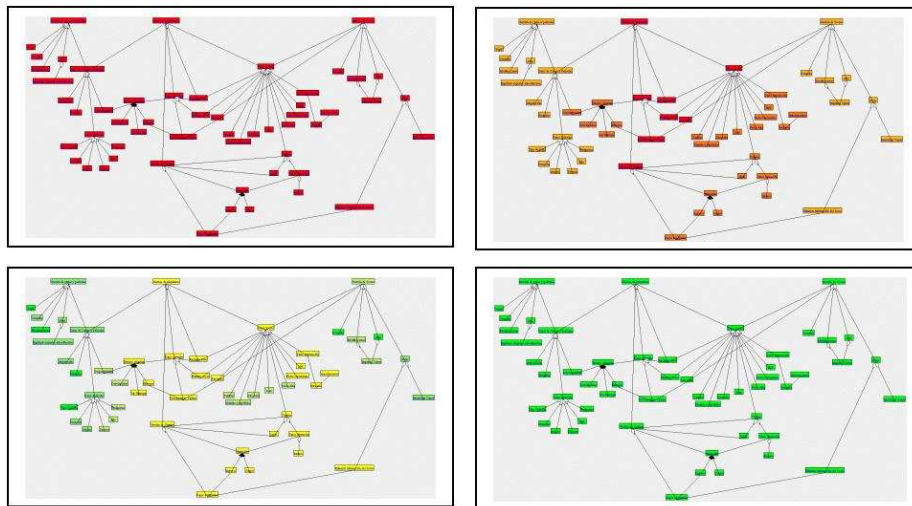


Figura 8: Evolución de la ejecución de las tareas asociadas a cada uno de los conceptos del mapa conceptual a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

5. Conclusiones y trabajos futuros

Tras el estudio de los modelos conceptuales expuesto en este trabajo podemos concluir que la utilización de mapas conceptuales como estrategia para la gestión de proyectos software facilita el trabajo en grupo, la reflexión, la puesta en común de conceptos y la visión de conjunto, de los distintos actores que intervienen. Permitiendo establecer un conjunto de objetivos, aceptados por todos, que permitan canalizar los esfuerzos del equipo.

Por otro lado hemos podido ver cómo a nivel metodológico los mapas conceptuales proporciona un *punto de partida* para los proyectos software, sobre el cual pueden ir evolucionando las distintas etapas del proyecto.

Como trabajo futuro nos planteamos la introducción de un *motor de inferencia* que permita utilizar el conocimiento adquirido sobre el proyecto para generar nuevos conocimientos de forma automática. También estamos estudiando como mejorar la visualización de los mapas conceptuales de elevada complejidad por el número de nodos, estableciendo *jerarquías de mapas conceptuales*.

Referencias

1. Julio Abascal, Ignacio Aedo, José J. Cañas, Miguel Gea, Ana Belén Gil, Jesús Lorés, Ana Belén Martínez, Manuel Ortega, Pedro Valero, Manuel Vélez. "Introducción a la Interacción Persona-Ordenador" ISBN: 84-607-2255-4. Trabajo cooperativo con ordenador: <http://griho.udl.es/ipo/pdf/13Cooper.pdf>
2. P. Pirolli, S. Card. "The Evolutionary Ecology of Information Foraging". Technical Report UIR-R97-01 June 1997.
3. Pizcaza J. M., Sobrado F. J., García J. J., Ocariz C. y Aldamiz-Echevarria L. "MELISIS: Un marco de trabajo para la construcción de Sistemas de Ayuda a la Toma de Decisiones en problemas de monitorización". JISBD 2002.
4. Novak, J. D. & D. B. Gowin. (1984). Learning How to Learn. New York: Cambridge University Press.
5. Alberto J. Cañas, Kenneth M. Ford, Patrick J. Hayes, Thomas Reichherzer, Niranjan Suri, John Coffey, Roger Carff and Greg Hill. "Colaboración en la Construcción de Modelos de Conocimiento Mediante Mapas Conceptuales". III Congreso Internacional sobre Tecnología y Educación a Distancia, San José, Costa Rica, (Nov. 1997). Available in the Proceedings of the Conference, pp. XXV- XLII.
6. Alberto J. Cañas, Kenneth M. Ford, John Coffey, Thomas Reichherzer, Roger Carff, David Shamma, Grezg Hill, Niranjan Suri, and Maggle Breedy. "Herramientas para Construir y Compartir Modelos de Conocimiento Basados en Mapas Conceptuales". Revista de Informática Educativa, Vol. 13, No. 2 (2000), pp. 145-158.
7. Alberto J. Cañas, Kenneth M. Ford, Patrick J. Hayes, John Brennan and Thomas Reichherzer. "Knowledge Construction and Sharing in Quorum". World Conference on Artificial Intelligence in Education, Washington DC, July 1995.
8. A. Ontoria, J.P.R. Gómez, A. de Luque. "Aprender con Mapas Mentales". Narcea. 2003 ISBN: 84-277-1409-2.
9. Julio Abascal, Ignacio Aedo, José J. Cañas, Miguel Gea, Ana Belén Gil, Jesús Lorés, Ana Belén Martínez, Manuel Ortega, Pedro Valero, Manuel Vélez. "Introducción a la Interacción Persona-Ordenador" ISBN: 84-607-2255-4. El factor humano: <http://griho.udl.es/ipo/pdf/02FacHum.pdf>
10. Proyecto Protégé-2000: <http://protege.stanford.edu/>
11. A. Durán y B. Bernárdez. "Metodología para la Elicitación de Requisitos de Sistemas Software (versión 2.3)". Informe Técnico LSI-2000-10 (revisado). Abril 2002. http://www.lsi.us.es/~amador/publicaciones/metodologia_elicitacion_2_3.pdf.zip