

Soporte al Proceso Colaborativo de Creación y Uso de Conocimiento en Grupos con Estructura no Jerárquica

Oriel Herrera, David Fuller
Pontificia Universidad Católica de Chile
Escuela de Ingeniería, DCC.
Santiago, Chile
{oaherrer, dfuller}@ing.puc.cl

Resumen

Uno de los objetivos del aprendizaje colaborativo es la producción de conocimiento compartido por un grupo de personas. Este conocimiento representa el común entendimiento del grupo en un dominio. La mayoría de los esfuerzos en esta área apuntan al proceso de enseñanza-aprendizaje, donde la estructura del grupo es jerárquica. En el polo contrario a este tipo de estructura, están los grupos no jerárquicos, donde no existe un tutor que guíe al grupo. Este trabajo presenta un modelo que sustenta el proceso de creación y uso de conocimiento a este tipo de grupos, permitiendo situaciones de transferencia de conocimiento tanto sincrónicas como asincrónicas. La representación del conocimiento es a través de un lenguaje visual derivado de los mapas conceptuales. Se presenta además la arquitectura de un prototipo de herramienta que da soporte computacional al modelo.

Palabras Clave: Sistemas Colaborativos, Construcción de Conocimiento, Mapas Conceptuales.

1. Introducción

Hoy en día, con la disponibilidad de computadores poderosos y baratos, sumado a los avances en las tecnologías asociadas a Internet, se ha podido afrontar nuevos desafíos en el área de aprendizaje. El aprendizaje colaborativo tiene características muy ventajosas por sobre el aprendizaje individual (Koschman 1996, Slavin 1995), las cuales pueden ser explotadas con mayor fuerza, considerando que hoy es posible cooperar con cualquier persona desde cualquier parte. Dentro del espectro que contemplan los escenarios de aprendizaje colaborativo, se puede hacer una diferencia muy notoria en los extremos de este espectro. Por un lado tenemos el aprendizaje *fuertemente guiado*, en el cual el conocimiento es distribuido por un *recurso* muy bien informado (profesor, tutor, libro), es presentado de una forma bien preparada, la transferencia de conocimiento obedece a un proceso bien estructurado, y el nuevo conocimiento es generalmente aceptado como válido por los participantes. Aquí estamos hablando de un grupo estructurado en forma jerárquica. Por otro lado está el aprendizaje *informalmente organizado*, en donde no existe una autoridad que dirija el aprendizaje, pero sí, hay un grupo de participantes expertos en diferentes dominios de un área; el material no está bien estructurado; y la transferencia de conocimiento es informal, dada principalmente por la discusión y argumentación entre los participantes. En este caso nos referimos a un grupo con estructura *no jerárquica*.

Dentro de este último escenario de aplicación se encuentran, por ejemplo, grupos que desarrollan actividades de investigación. Éstos pueden tener tanto interacciones cara a cara como distribuidas. En la figura 1 se aprecia un escenario típico, donde los participantes (al lado izquierdo de la figura) interactúan en un ambiente de colaboración para generar conocimiento explícito validado, el cual queda a disposición de la comunidad (al lado derecho de la figura). La comunidad no es un grupo definido, sino que representa a toda persona que tenga derecho a acceder al repositorio de conocimiento compartido en búsqueda de información. Aquí no existe una estructura rígida (como profesor, alumnos) sino que todos los participantes están en un grado similar de jerarquía.

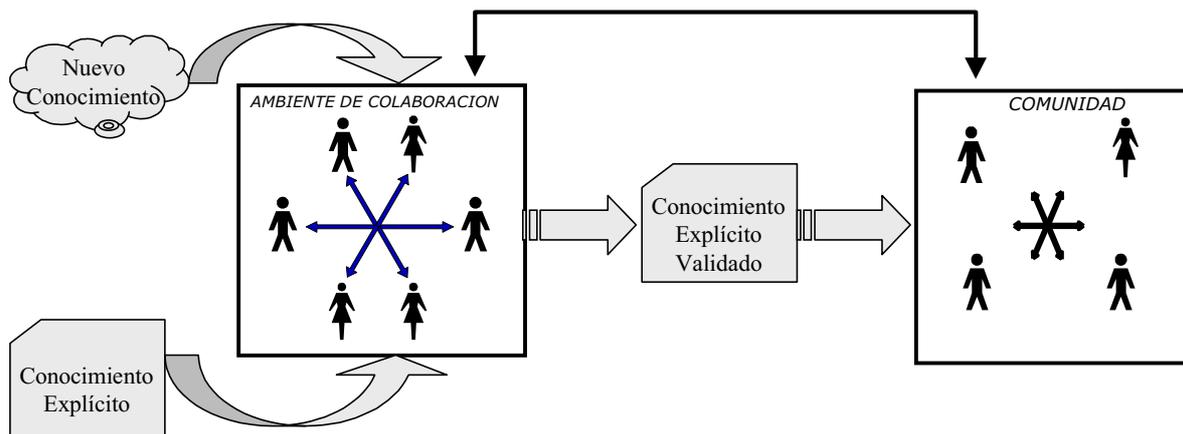


Figura 1: Escenario de aplicación del modelo de colaboración

También existe interacción entre los miembros de la comunidad, como también de la comunidad hacia el grupo de participantes que genera el conocimiento.

Como un esquema general, el trabajo contempla almacenar el conocimiento en un repositorio compartido al cual pueden acceder los participantes. El *modelo colaborativo* provee los mecanismos para crear, estructurar, usar y dar de baja al conocimiento almacenado en el repositorio. También

provee el medio de colaboración entre los participantes, brindándoles situaciones de transferencia de conocimiento más flexibles (sincrónico/asincrónico, local/distribuido). De esa manera el conocimiento individual de cada uno de los participantes quedará expresamente definido, integrado, validado y a disposición de los demás en el repositorio de *conocimiento compartido* (Herrera et al. 2000).

Al contar con este conocimiento compartido explicitado, debe proveerse del medio que permita acceder a él. Para esto se define un *lenguaje visual* de representación del conocimiento compartido, que brinda los medios de navegación y consulta sobre el conocimiento. Una solución visual posee como gran ventaja la potencialidad para representar ideas y conceptos en base a estructuras gráficas, por medio de símbolos (Kremer 1994), lo que produce una perfecta asociación entre la naturaleza cognitiva del ser humano y la técnica visual de representación de conocimiento. (Novak 1998).

1.1. Trabajos Relacionados

Esta investigación se relaciona en parte con el área de CSCL (Computer Supported Collaborative Learning). En esta área se define el aprendizaje como un proceso social de construcción de conocimiento en forma colaborativa (Brown y Campione 1994, Lave 1991, Pea 1993, Scardamalia y Bereiter 1996). Este proceso social trae como resultado la generación de conocimiento compartido, que representa el entendimiento común de un grupo con respecto al contenido de un dominio específico (Hans-Rüdiger Pfister, et al. 1999). La construcción de conocimiento (Knowledge-Building) es una teoría de aprendizaje, que enfatiza la creación colaborativa de conocimiento por un grupo de personas (McLean 1999).

Los esfuerzos en relación al apoyo del aprendizaje con tecnología, están dirigidos principalmente al aprendizaje fuertemente guiado, apuntando al proceso de enseñanza-aprendizaje, donde las actividades son finitas y claramente definidas (ver Cuthbert 2000, Stahl 1999, Leinonen et al. 1999, Hewitt 1997, Bell 1997, Hsi 1997). Por el contrario, este trabajo pretende desarrollar un modelo orientado a la construcción de conocimiento en grupos que trabajan en un ambiente informalmente organizado, que desarrollan una actividad de interacción con el propósito de crear conocimiento. La permanencia en el tiempo de este conocimiento no está supeditada a una actividad particular. Esta última característica hace que sea de suma importancia considerar el control de vigencia y obsolescencia del conocimiento.

En cuanto a la representación visual del conocimiento existen herramientas que utilizan los mapas conceptuales, pero carecen de aspectos tanto de colaboración como de validación y control de la obsolescencia (ver Axon2000, Inspiration, MindManager, VisiMap).

1.2. Organización del Documento

El trabajo se organiza de la siguiente manera: en la sección 2 se presentan algunos aspectos de colaboración que justifican el modelo dentro del área de sistemas colaborativos. En la Sección 3 se describe el esquema de representación del conocimiento y el ciclo de vida del mismo. En la sección 4 se describe la arquitectura de un prototipo y algunos aspectos de diseño. Finalmente se presentan las conclusiones y el trabajo a futuro.

2. Aspectos de Colaboración

Un *sistema colaborativo* es un sistema basado en computadores que apoya a un grupo de personas que trabajan en una tarea o meta común, y que provee una interfaz a un ambiente compartido (Ellis 1991). Bajo este enfoque hay cinco componentes importantes en aplicaciones colaborativas: las personas, la meta común, las formas de interacción grupal, las estrategias de colaboración y el ambiente compartido.

Para este trabajo en particular, los mayores esfuerzos en la colaboración van a orientarse en favor de la construcción del conocimiento compartido. De manera muy simple, el *conocimiento compartido* se define como sigue: Dado un grupo de n personas, cada persona i posee un conjunto H_i de hechos incorporados como válidos en su conocimiento individual, el *conocimiento compartido* va a estar dado por la intersección $\cap H_i$ de todos los conjuntos $H_{i..n}$, este conocimiento es común al grupo ya que ha sido explicitado y sometido a revisión y aprobación.

Como se mencionó antes, podemos decir que nuestro modelo es colaborativo debido a que posee los siguientes componentes:

Interacción: Las interacciones se dan por un lado entre las personas que están construyendo el conocimiento, y también entre aquellas que hacen uso del repositorio de conocimiento. Estas interacciones se realizan a través de comunicaciones coordinadas (sincrónicas y/o asincrónicas) que apuntan a la colaboración entre las personas.

Roles: En este modelo existen tres tipos de roles: *administradores*, *actualizadores* y *lectores*. Los administradores son los encargados de crear un nuevo usuario, otorgarle las atribuciones necesarias, y administrar las estadísticas del sistema. Los actualizadores son aquellas personas que tienen la capacidad de alterar el estado del repositorio de conocimiento. Los lectores son aquellos que sólo tienen capacidad para navegar en el repositorio e interactuar con otros miembros del sistema.

Repositorio Compartido: La memoria grupal está organizada en forma similar a un grafo, donde los nodos son los conceptos y los arcos representan las relaciones entre los conceptos. Esta información es visualizada a través de mapas conceptuales (que se discuten más adelante) (Novak 1998). Además el repositorio mantiene información histórica sobre los conceptos, relaciones y todas aquellas operaciones que pueden producir un cambio en el estado del repositorio.

Meta Común: La meta en común consiste en validar el conocimiento individual de cada persona de modo de incorporarlo como conocimiento compartido, para luego poder reutilizarlo. Para ello es necesario ponerlo en forma explícita en una memoria grupal, la cual luego debe mantenerse actualizada.

Percepción (Awareness): La percepción se dará a nivel de conexión al sistema, a nivel del estado de los componentes del repositorio, y a nivel de las actividades que producen un cambio de estado de la memoria grupal.

Sinergia (Leverage): Representa los beneficios adicionales del proceso de colaboración, el cual puede producir conflicto, autoexplicación, proposiciones alternativas, internalización, apropiación, regulación mutua, monitoreo social y carga cognitiva compartida (Nunamaker et al. 1991).

3. Representación del Conocimiento

Este modelo tiene la capacidad de aprovechar las ventajas de la reutilización del conocimiento almacenado en las personas que colaboran a través de este sistema. Para que este conocimiento pueda ser utilizado, primero debe representarse en forma explícita, para eso se utiliza un lenguaje visual llamado *mapa conceptual*. Un *Mapa Conceptual* es un grafo, que consiste en un conjunto de nodos etiquetados, unidos por arcos, los cuales también pueden estar etiquetados (Lambiotte 1984).

El éxito de su uso radica en su simpleza y facilidad de utilización, por el hecho de que el hombre por naturaleza tiene una notable capacidad de emplear e interpretar símbolos.

3.1. Componentes del Lenguaje Visual

Este lenguaje tiene dos componentes principales: *Conceptos* y *Relaciones*. Los *conceptos* son las ideas que conciben o forman el entendimiento. Las *relaciones* son las uniones entre los conceptos, de modo que juntos conformen el conocimiento estructurado. La figura 2 representa los conceptos A y B, y la relación entre ellos *A es parte de B*.

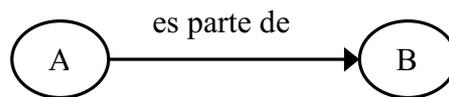


Figura 2 : Representación gráfica de conceptos y relaciones.

Un concepto (figura 3) estará compuesto de cinco partes: el *nombre* del concepto, el *significado*, las *referencias* asociadas, los *ejemplos* y los *elementos adjuntos*. El *nombre* estará compuesto por una o más palabras descriptivas que representan el concepto en su globalidad; el *significado* corresponde a una descripción que acota al concepto dentro del marco y contexto en el que el grupo está trabajando. Las *referencias* dan soporte al concepto respaldando su validez; estas referencias pueden ser artículos in extenso, links a documentos, links URL, referencia bibliográfica, etc. Un concepto puede incluir *ejemplos* que refuercen su significado. También es posible adjuntar cualquier otro tipo de elemento como material multimedial, texto, links Web, link a otro mapa conceptual, etc.

CONCEPTO				
Nombre	Significado	Referencias	Ejemplos	Elementos Adjuntos

Figura 3: Estructura de un Concepto.

De manera muy similar a un concepto, una relación estará compuesta por cinco partes (figura 4): el *nombre*, la *justificación*, las *referencias* los *ejemplos* y los *elementos adjuntos*. El *nombre*, las *referencias* los *ejemplos* y los *elementos adjuntos* son tratados de igual forma que para los conceptos. La *justificación* es la descripción que explica el por qué de la relación entre los dos conceptos en el dominio de conocimiento que está siendo tratado.

RELACION				
Nombre	Justificación	Referencias	Ejemplos	Elementos Adjuntos

Figura 4: Estructura de una Relación

3.2. Ciclo de Vida del Conocimiento

Para efectos explicativos, al hablar de *conocimiento*, nos referiremos a un concepto, a una relación entre conceptos, o una estructura de ambos, con todos los componentes que involucra.

La figura 5 muestra el ciclo de vida del conocimiento. El camino derivado de las transiciones entre los estados no será siempre el mismo para todos los conceptos o relaciones, ya que estará sujeto a las decisiones que el grupo vaya adoptando. Así por ejemplo, dos conceptos pueden ser propuestos por un participante, pero uno de ellos terminará como vigente y el otro como rechazado.

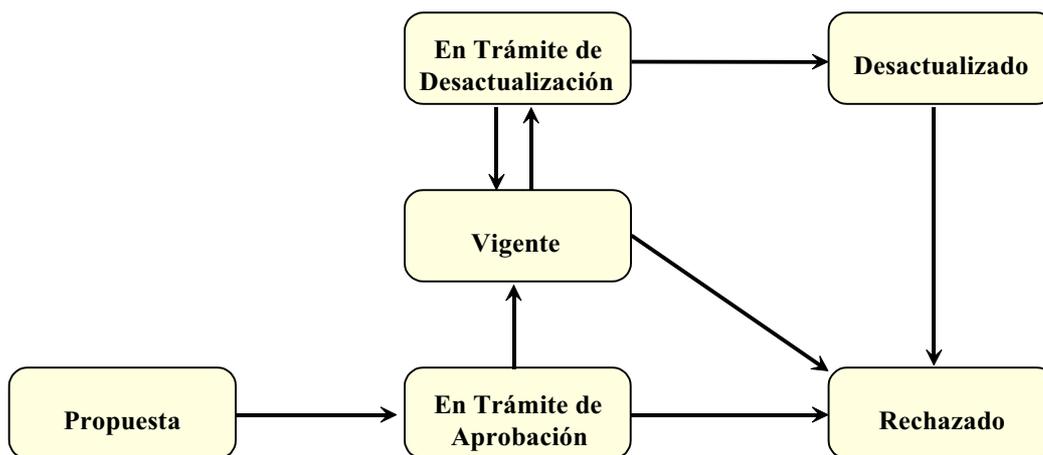


Figura 5: Ciclo de vida del conocimiento.

El ciclo de vida refleja sólo el proceso social de interacción de grupo, dejando de lado por ahora el ciclo de vida individual (o personal) de cada participante. Hay que dejar en claro que el entendimiento individual nace de un complejo proceso interno de cada individuo (Stahl 2000), el cual no está aquí reflejado.

El ciclo de vida del conocimiento involucra seis estados principales, representados en la figura 5 por los rectángulos redondeados. Las flechas representan una actividad de *toma de decisión* del grupo, que permite la transición de un estado a otro. El estado inicial del conocimiento será *propuesta*.

3.2.1 Propuesta. El estado de *propuesta* refleja la intención de un participante de incorporar nuevo conocimiento al repositorio. Las entradas válidas se resumen en la siguiente tabla.

	Un concepto nuevo
	Una relación entre dos conceptos ya existentes
	Un concepto nuevo a relacionar con un concepto ya existente
	Una relación nueva entre dos nuevos conceptos

En este estado, el conocimiento puede o no ser válido. El participante que hizo la propuesta tiene control sobre ésta, en el sentido de poder retirarla (eliminarla) si así lo estima. Un conocimiento en estado de *propuesta* puede pasar al estado *en trámite de aprobación*, si consigue un mínimo de votos a favor requeridos. Esta cantidad de votos mínimos será acordada previamente por el grupo, y se adaptará a las características de éste. Si una propuesta es rechazada o retirada, ésta se elimina no quedando registro de ella.

3.2.2. En Trámite de Aprobación. En este estado el conocimiento se somete a discusión ante los participantes, utilizando un modelo de discusión derivado del modelo Ibis (Kunz 1970). Aquí los componentes del conocimiento (*nombre, significado/justificación, referencias, ejemplos, elementos adjuntos*) pueden sufrir modificaciones derivadas de la discusión y el consenso de los participantes. El participante que hizo la propuesta somete a revisión el conocimiento, incorporando los cambios derivados de la discusión. El conocimiento permanece en este estado mientras no se tome una decisión de su validez. Ya tomada la decisión el conocimiento puede pasar al estado *vigente* o bien *rechazado*.

3.2.3. Vigente. El conocimiento llega al estado *vigente* después de una votación favorable proveniente del estado *en trámite de aprobación*. Es en este estado donde el conocimiento se incorpora como parte del repositorio de conocimiento compartido. El conocimiento permanece en este estado hasta que alguno de los participantes proponga su retiro del estado de vigencia. Puede darse el caso también que algún conocimiento haya sido incorporado erróneamente al repositorio válido, y se proponga su eliminación del conocimiento vigente, considerándose como conocimiento *rechazado*.

3.2.4. En Trámite de Desactualización. Un participante puede detectar la obsolescencia de algún conocimiento del repositorio, y hacerlo manifiesto con una propuesta de desactualización, de modo que quede en el estado *en trámite de desactualización*. En este estado los participantes discutirán frente a la propuesta, para finalmente votar y proceder a su desactualización o bien mantenerlo vigente.

3.2.5. Desactualizado. Se mantiene un repositorio con el conocimiento desactualizado que fue sacado del estado *vigente*. También es de utilidad mantener la discusión que generó la aprobación de la desactualización de conocimiento, ya que ésta sería la base que sustentaría dicha desactualización.

3.2.6. Rechazado. Un estado terminal es el estado *rechazado*. A este estado llegará aquel conocimiento que habiendo estado en *trámite de aprobación* el grupo tomó la decisión de rechazarlo. También puede llegar a este estado aquel conocimiento que por error fue incorporado como conocimiento *vigente*.

4. Prototipo

Se está desarrollando un prototipo de herramienta computacional, basado en una arquitectura cliente-servidor, con el objetivo de administrar y controlar las intervenciones de los participantes durante la interacción con el conocimiento compartido. La figura 6 muestra dos estaciones de trabajo, cada una ejecutando una instancia de la aplicación cliente, y una estación ejecutando la aplicación servidora.

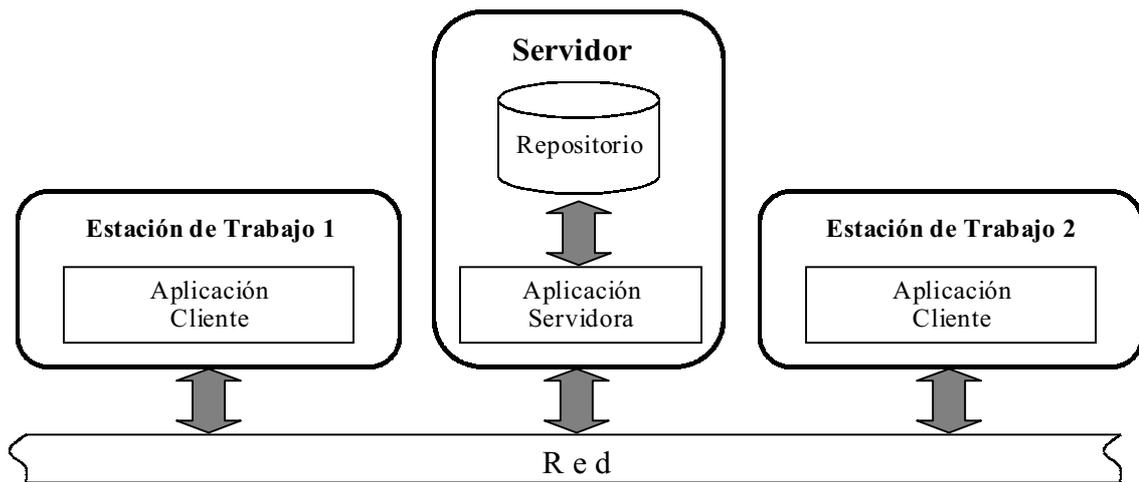


Figura 6: Vista general del sistema computacional distribuido.

La *aplicación servidora* tiene las responsabilidades de administrar el repositorio de conocimiento compartido, permitir accesos concurrentes al mismo, y suministrar a los clientes conectados información actualizada sobre el estado del sistema. La *aplicación cliente* constituye la interfaz con la cual los participantes examinan, agregan y modifican la información en el repositorio, e interactúan con los demás. El *repositorio de conocimiento* contiene la información relacionada con los conceptos y relaciones, y también, la metainformación asociada a los participantes como sus datos personales, así como también los roles y derechos habilitados para cada uno de ellos.

La arquitectura se basa en el patrón arquitectónico UP/C (Guerrero et al. 1999).

4.1. Aspectos de Diseño.

Los elementos más importantes tomados en cuenta para el diseño de la herramienta son el mecanismo de seguridad para el acceso a la información y la interfaz para los usuarios.

La seguridad del sistema se basa en que cada participante tiene un nombre de usuario, una palabra clave y un rol. Los roles son: *administrador*, *actualizador*, y *lector*. El *administrador* tiene la capacidad de crear nuevos usuarios, otorgarles derechos, y administrar las estadísticas del sistema. El *actualizador* tiene la capacidad de alterar el estado del repositorio de conocimiento. El *lector* sólo puede navegar en el repositorio e interactuar con otros participantes. Si bien los roles son fijos, las atribuciones de dos personas de un mismo rol pueden ser distintas según los derechos que les han sido otorgados. Por ejemplo, pueden haber dos lectores definidos donde uno de ellos tenga el derecho de generar comentarios y el otro no. Los derechos implementados son:

Administrar: Permite crear nuevos usuarios, actualizar sus atributos, y asignar derechos de acceso.

Consultar Estadísticas: Da derecho a consultar e imprimir las estadísticas del sistema acerca de las actividades de los distintos participantes (votaciones realizadas, cantidad de propuestas, etc.)

Generar Nuevo Conocimiento: Da derecho a proponer un nuevo concepto o relación.

Votar: Da derecho a emitir un voto con respecto al ingreso, rechazo o desactualización de conocimiento, como parte del repositorio de conocimiento vigente.

Proponer un Cambio de Estado: Da derecho a hacer una propuesta de cambio de estado sobre el conocimiento, que forma parte de la memoria compartida.

Consultar Conocimiento: Permite navegar a través del conocimiento vigente.

Generar Comentario: Da derecho a participar de las discusiones y votar.

El esquema de trabajo se basa en proyectos, donde cada proyecto representa un dominio particular del conocimiento. Cada proyecto puede contener uno o más mapas conceptuales. La figura 8 muestra una vista de la interfaz de un participante para el manejo de los proyectos de la aplicación llamada ShaKnoMa (Shared Knowledge Manager).

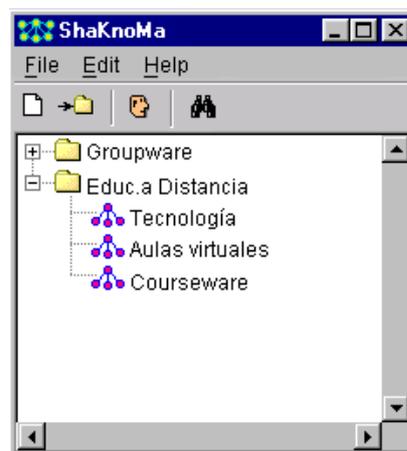


Figura 8 : Interfaz para administración de los proyectos

Las propuestas de nuevo conocimiento son manejadas desde una interfaz principal que permite: acceder a la discusión asociada a la propuesta, votar, dejar una nota al autor, ver el trato que ha tenido el grupo sobre la propuesta, y ver el conocimiento como mapa conceptual con sus componentes asociados (ver figura 9).

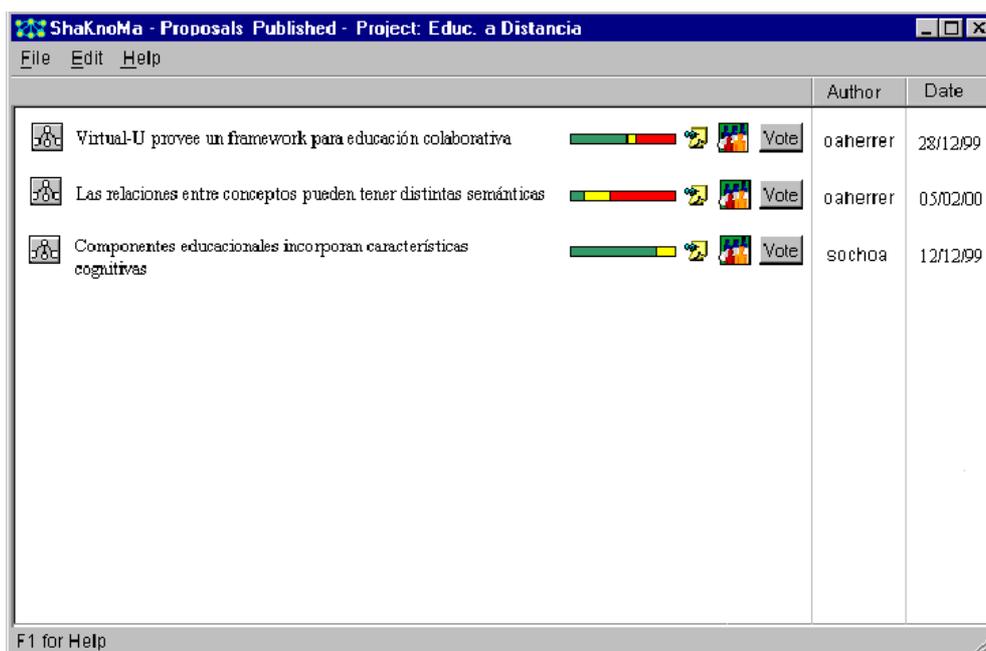


Figura 9 : Interfaz para el manejo de propuesta publicadas.

La figura 10 muestra una vista principal de la interfaz de navegación de la aplicación cliente. Ésta divide su espacio de trabajo en dos áreas principales. Un área se utiliza para representar la estructura de conocimiento en forma de grafo o texto lineal. Las flechas indican el sentido en que se deben leer las relaciones. La otra área se comparte entre varias funcionalidades; entre ellas se encuentran: mostrar la información de un concepto o relación, consultar y administrar la información relativa a los autores del conocimiento.

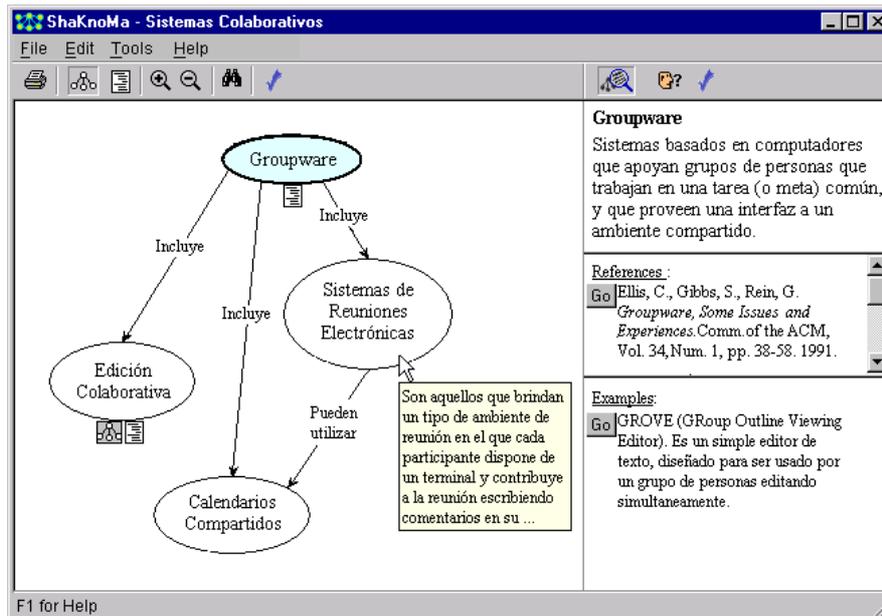


Figura 10. Vista de la interfaz de navegación – Conocimiento vigente.

5. Conclusiones y Trabajo a Futuro

Hoy en día se genera gran cantidad de conocimiento científico, lo que hace que el esfuerzo de mantenerse actualizado es muy grande. Este trabajo propone un modelo que da soporte a la actividad de crear y mantener conocimiento por un grupo de personas que trabajan bajo una estructura no jerárquica; éste además permite representar, almacenar y compartir el conocimiento individual de las personas. Además el modelo es capaz de guiar el proceso de ingreso, validación, uso y evolución del conocimiento almacenado en el repositorio compartido.

Por otra parte, en este trabajo también se presenta el prototipo de una herramienta colaborativa que implementa el modelo propuesto. Es importante que tanto el modelo como la herramienta sean sometidos a pruebas experimentales que permitan desarrollar las mejoras necesarias, que apunten a satisfacer esta gran necesidad de compartir y reutilizar el conocimiento.

Bibliografía

Bell, P. (1997). Using Argument Representations to Make Thinking Visible for Individuals and Groups. *Proceedings of Computer-Supported Collaborative Learning (CSCL '97)*, Toronto, Canadá, pp. 10-19.

- Brown, A. y Campione, J. (1994). Guided discovery in a community of learners. In K. McGilly (Ed.) *Classroom Lessons: Integrating Cognitive Theory and Classroom Practice*, MIT Press, Cambridge: MA, pp. 229-270.
- Cuthbert, A., Stahl, G. (2000). Strategies for sustaining interaction in online discussion forums and virtual communities. *A structured poster session for AERA 2000*, New Orleans, LA
- Ellis, C., Gibbs, S., Rein, G. (1991). Groupware, Some Issues and Experiences, *Communications of the ACM*, Vol. 34, Num. 1, pp. 38-58.
- Guerrero, L., Herrera, O., Ochoa, S., Fuller, D. (1999). Un Patrón Arquitectónico para Aplicaciones Colaborativas. *Proceeding del CACIC 99*, Tandil, Argentina.
- Herrera, O., Ochoa, S., Rodríguez, V., Fuller, D. (2000). Un modelo colaborativo para el manejo de conocimiento estructurado. *Proceeding de InterAmerican Conference on Engineering and Technology Education (INTERTECH 2000)*, Cincinnati, USA.
- Hewitt, J. (1997). WebCSILE: New Knowledge Building Supports for Threaded Discourse. *Poster Presentation, Telelearning Network Centers of Excellence Conference*, November 1997 Toronto, Canadá
- Hsi, S., and Hoadley, C. M. (1997). Productive discussion in science: gender equity through electronic discourse. *Journal of Science Education and Technology*, 6(1), pp. 23-26.
- Koschmann, T. (Ed.) (1996). *CSCL: Theory and practice of an emerging paradigm*. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Kremer, R., Gaines, B. (1994) Groupware concept mapping techniques; *Proceedings SIGDOC'94, ACM 12th Annual International Conference on Systems Documentation*. pp.156-165. New York, ACM Press.
- Kunz, W., Rittel, H. (1970) Issues as elements of information systems. *Working paper N° 131. Institute of Urban and Regional Development*. University of California at Berkley. Berkley, California.
- Lambiotte, J., Dansereau, D. Cross, D. y Reynolds S. (1984). Multirelational Semantic Maps. *Educational Psychology Review* 1(4): 331-367.
- Lave, J. (1991). Situating learning in communities of practice. In L. Resnick, J. Levine, & S. Teasley (Eds.), *Perspectives on Socially Shared Cognition*, APA, Washington, DC, pp. 63-83.
- Leinonen T., Raami, A., Mielonen, S., Seitamaa-Hakkarainen, P., Muukkonen, H., Hakkarainen, K (1999). FLE - Tools Prototype: A WWW-based Learning Environment for Collaborative Knowledge Building. *Poceedings of Enabling Network-Based Learning (ENABLE99)*, Helsinki, Finlandia.
- McLean, R. (1999). Meta-Communication Widgets for Knowledge Building in Distance Education. *Proceedings of Computer-Supported Collaborative Learning (CSCL '99)*, Palo Alto, CA.

- Novak, J. (1998). *Learning, creating, and using knowledge : concept maps as facilitative tools in schools and corporations*. Mahwah, N.J. : Lawrence Erlbaum.
- Nunamaker, J., Dennis, A., Valacich, J., Vogel, D., George J. (1991). Electronic Meeting Systems to Support Group Work. *Communications of the ACM*, pp. 40-61, Julio 1991.
- Pea, R. (1993). The collaborative visualization project. *Communications of the ACM*, 36 (5), pp. 60-63.
- Pfister, H., Wessner, M., Holmer, T., y Steinmetz, R. (1999). Negotiating about shared knowledge in a cooperative learning environment. *Proceedings of Computer-Supported Collaborative Learning (CSCL '99)*, Palo Alto, CA.
- Scardamalia, M. y Bereiter, C. (1996). Computer support for knowledge-building communities. In T. Koschmann (Ed.) *CSCL: Theory and Practice of an Emerging Paradigm*, Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, NJ, pp. 249-268.
- Slavin, R. (1995). *Cooperative learning*. Boston, MA: Allyn and Bacon.
- Stahl, G. (1999). WebGuide: Guiding collaborative learning on the Web with perspectives. *Proceedings of Conference of the American Educational Research Association (AERA '99)*, Montreal, Canada.
- Stahl, G. (2000). A Model of Collaborative Knowledge-Building. *Aceptado en International Conference of the Learning Sciences (ICLS 2000)*, Ann Arbor, MI, USA.

Referencias URL

- Axon 2000 Research, Singapor, (1997) [Axon2000](http://web.singnet.com.sg/~axon2000/index.htm). [online]
Available: <http://web.singnet.com.sg/~axon2000/index.htm> (Jun 30, 2000)
- Inspiration Software, Inc (1997) [Inspiration](http://www.inspiration.com/). [online]
Available: <http://www.inspiration.com/> (Jun 30, 2000)
- MindJET, LLC (1998). [MindManager](http://mindman.com/). [online]
Available: <http://mindman.com/> (Jul 18, 2000)
- CoCo Systems Ltd. (1999) [VisiMap](http://www.coco.co.uk/). [online]
Available: <http://www.coco.co.uk/> (Jul 18, 2000)