

# Arquitectura Multiagente para la Gestión de Información de Awareness en Entornos CSCL

Iván D. Claros  
Grupo IDIS  
Universidad del Cauca-  
Colombia  
iclaros@unicauca.edu.co

César A. Collazos  
Grupo IDIS  
Universidad del Cauca-  
Colombia  
ccollazo@unicauca.edu.co

Andrés Lara Silva  
Universidad del Cauca-  
Colombia  
alara@unicauca.edu.co

Sergio F. Ochoa  
Grupo CARL  
Universidad de Chile  
sochoa@dcc.uchile.cl

Luis A. Guerrero  
Grupo CARL  
Universidad de Chile  
luguerre@dcc.uchile.cl

## Abstract

*En los escenarios de aprendizaje colaboración asistidos por computadora o CSCL, gran parte del conocimiento que fluye durante la dinámica esta implícito dentro de las acciones, mensajes y objetos que se comparten. No obstante cuando se involucran diferentes herramientas de soporte a la colaboración, no se cuenta con mecanismos apropiados que faciliten la interoperabilidad del Awareness lo cual dificulta garantizar un seguimiento continuo de las actividades de los usuarios y con ellos la implementación de estrategias para la mejora de los procesos colaborativos. Por tal razón, este artículo presenta una Arquitectura Multiagentes como alternativa para la gestión de información de grupo como entorno para el desarrollo de servicios encaminados a la mejor de los procesos de enseñanza/aprendizaje colaborativos. Para la validación de esta propuesta se tuvieron en cuenta esquemas de interacción sincrónico y asíncrono alrededor de la herramienta Libro de Trabajo Digital (A Digital Workbook).*

## 1 Introducción

El Aprendizaje Colaborativo Apoyado por Computadora (*Computer-Supported Collaborative Learning*, CSCL) representa un paradigma multidisciplinar dentro del campo de las Tecnologías aplicadas para Mejorar la Educación (*Technology Enhanced Learning*, TEL), donde las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) se emplean con el objetivo de mejorar diversos aspectos educativos.

Una de las principales características de los entornos CSCL, es considerar la interacción social como elemento esencial del aprendizaje [1] [2] [3] [4], por tal razón, se requiere que haya interacción entre los participantes aun

cuando no se les pida que colaboren libremente, además de cambiar el rol del estudiante de simple espectador a protagonista de su proceso formativo con lo cual se consigue un aprendizaje más efectivo [5].

En este sentido, se han propuesto diferentes estrategias que persiguen mejorar los escenarios de colaboración, donde se destacan: (1) monitorizar la colaboración e intervenir cuando sea necesario de tal manera que se redirija el trabajo del grupo en un sentido más productivo; (2) ofrecer guiones de colaboración con los cuales se espera incrementar la probabilidad de alcanzar situaciones de CSCL exitosas facilitándoles a los alumnos un conjunto de instrucciones que guíen una colaboración potencialmente fructífera [6].

Nuestro trabajo adopta la primera estrategia, por cuando presenta soporte a un número mayor de escenarios, y ofrece una alternativa conceptual y tecnológica al monitoreo de la actividad colaborativa de un usuario mediante una Arquitectura Multiagente que permite gestionar la información de Conciencia Grupal o Awareness. El Awareness es un concepto estrechamente ligado con los entornos colaborativos y se refiere a toda información perceptible durante una interacción que permite contextualizar las actividades de un usuario desde una perspectiva de grupo, proporcionando actualizaciones constantes que los demás participantes requieren para llevar a cabo sus actividades de forma adecuada [7].

La definición de la arquitectura multiagente parte de los resultados obtenidos en una experiencia previa, donde se propusieron y desarrollaron distintos mecanismos de monitoreo de las actividades de los usuarios basados en Servicios de Awareness [8] para el Sistema de Gestión de Conocimiento Web KnowCat [9]. Esta experiencia, constituye una fuente de validación de los criterios de diseño utilizados para esta propuesta.

La arquitectura corresponde a una red de servicios basada en el Paradigma de Agentes [10] [11], el cual plantea el desarrollo de entidades, llamadas Agentes, que

puedan actuar de forma autónoma y con la capacidad de interactuar con el entorno [12]. El propósito de este conjunto de servicios, denominados Agentes de Servicio (AgS), es promover la interacción entre los usuarios y mejorar el ambiente de enseñanza aprendizaje. Los AgS recolectan, analizan y transforman la información de Awareness producida durante la interacción de los usuarios con las distintas herramientas que dan soporte a sus actividades. Junto con la definición de los AgS se encuentran los Agentes de Interfaz (AgI) y un Modelo Información como protocolo de alto nivel para el entendimiento entre los distintos agentes.

La validación de esta propuesta se realizó mediante el desarrollo de prototipos de un AgS para el registro de las actividades de usuario (Agente Monitor), un AgI para usuario de perfil estándar y AgI para un coordinador de actividades (que podría ser el docente). Como herramientas para la colaboración también se desarrollaron prototipos de tres aplicaciones: un servicio de mensajes instantánea; una pizarra colaborativa; y un Libro de Tareas Digital (A Digital Workbook). Este último, corresponde a un entorno de trabajo síncrono y asíncrono que permite compartir recursos (documentos, presentaciones, archivos, etc.) y realizar sobre ellos anotaciones que luego pueden ser compartidos.

Este artículo se estructura de la siguiente forma: en el capítulo 2 se presentan algunos proyectos relacionados tanto con arquitecturas para el soporte de Awareness como del uso de Agentes en entornos Colaborativos; el capítulo 3 se mencionan los lineamientos generales de diseño utilizados para el planteamiento de la arquitectura; el capítulo 4 describe la arquitectura multiagente; el capítulo 5 presenta los prototipos desarrollados; finalmente, el capítulo 6 contiene las conclusiones y líneas de trabajos futuros.

## 2 Proyectos relacionados

Los antecedentes relacionados con esta iniciativa son abundantes y surgen en dos sentidos:

El primero, a nivel de arquitecturas y marcos de trabajo para el soporte de mecanismos de Awareness [4] [5] [6] [7] [8] [9] [10], de los cuales se evidenciaron las siguientes características: (1) su formulación no considera los distintos enfoques de Awareness [14], lo que sugiere un tratamiento indistinto de las fuentes de información; (2) los aspectos centrales considerados son la heterogeneidad y sobrecarga de información, dedicando poco esfuerzo en la consolidación de una base conceptual o tecnológica para la distribución o análisis de los datos; (3) son propuestas que se construyen dentro de la misma herramienta de soporte a la colaboración, lo cual no facilita su reutilización o aplicación en los casos donde se busca mejorar una plataforma existente.

El segundo, involucra el uso del Paradigma de Agentes dentro de los entornos CSCL. En este caso, sus aportes

más relevantes se relacionan con la adaptación y personalización del contenido educativo según las preferencias del usuario y al desarrollo de servicios auxiliares como buscadores especializados o sistemas tutor inteligentes encargados de ofrecer ayuda en ciertos procesos de coordinación o de asistencia técnica [7] [14] [15] [16]. Sin embargo, los aportes relacionados con facilitar la difusión o manejo de información de Awareness son muy pocos [14]; estas propuestas se han limitado a soportar herramientas como Chat, Foros, Correo Electrónico y Repositorios Compartidos de Documentos, sin plantear estructuras encaminadas a la interoperabilidad entre aplicaciones que garanticen el seguimiento continuo de las actividades de un usuario.

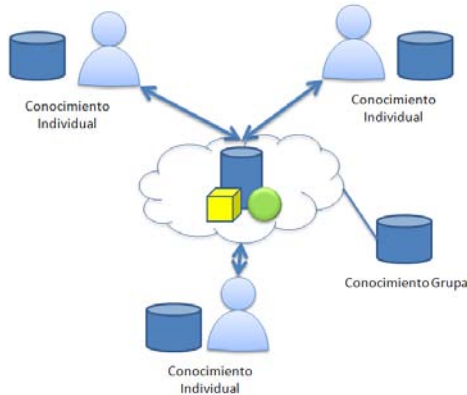
Los elementos diferenciadores más importantes de nuestra propuesta son: (1) el uso de Agentes como elemento activo en la captura, transmisión, análisis, despliegue y aprovechamiento de la información de Awareness, de tal forma que cada usuario es representado por una entidad software; (2) la integración de una red de agentes de servicio que cooperan en el tratamiento de la información y posibilitan procesos de personalización, adaptación, seguimiento, intervención y asistencia inteligente sobre los escenarios de enseñanza aprendizaje y (3) el manejo independiente de la herramienta colaborativa y la gestión de la información de Awareness.

Desde esta perspectiva lo que se propone es una red cooperativa de agentes cuya responsabilidad es brindar seguimiento continuo a las actividades de usuario mientras provee facilidades para crear un conjunto de servicios que utilicen la información de Awareness para promover la colaboración entre las personas.

## 3 Lineamientos de diseño

Con el propósito de desarrollar una base de requerimientos coherente para el diseño de la arquitectura Multiagente, se han tenido en cuenta los lineamientos propuestos en las metodologías de Desarrollo Centrado en el Usuario involucrando a clientes reales con el equipo de desarrollo, lo cual permite realizar pruebas de usabilidad durante todo el proceso de construcción.

En un entorno de aprendizaje colaborativo, cada integrante del grupo de trabajo posee un conocimiento que es necesario compartir [17]. Como se ilustra en la figura 1, cada participante de una actividad de grupo es una fuente potencial de conocimiento, durante el desarrollo de las tareas parte de este se traslada a una memoria de grupo reflejado en mensajes, acciones y objetos compartidos. El objetivo de un aprendizaje colaborativo es que al finalizar la actividad este conocimiento grupal pase a ser parte del conocimiento individual y para lograrlo se requiere de una participación activa y el establecimiento de mecanismos de comunicación adecuados.



**Fig. 1. Escenario de distribución característico del Conocimiento en un entorno CSCL**

Otros aspectos tenidos en cuenta para la formulación de la propuesta fueron: (1) en un escenario de colaboración real, es común que los usuarios deban acceder a distintas plataformas para desarrollar tareas complejas y por tanto la arquitectura debe actuar como una entidad de mediación para la transmisión, registro y procesamiento de la información de Awareness independiente del servicio. (2) teniendo en cuenta que las discusiones en escenarios CSCL pueden llevarse a cabo de forma síncrona o asíncrona se debe garantizar el soporte a estos dos esquemas de comunicación. (3) la heterogeneidad y distribución de los recursos involucrados durante la discusión no debe ser impedimento para la colaboración. (4) supervisar las actividades de los usuarios provee las evidencias necesarias para la intervención y evaluación del desempeño de los participantes. (5) el aprovisionamiento de mecanismos de coordinación como una medida para mantener el control sobre tiempos de desarrollo de las actividades. (6) establecer estrategias para minimizar los problemas potenciales de los mecanismos de Awareness tales como la sobrecarga de información e interrupciones. (7) brindar soporte a los diversos enfoques de Awareness resulta adecuado para la mayoría de los escenarios colaborativos.

Por otra parte, el paradigma de agentes constituye una metáfora natural para los sistemas cuyo propósito es la interacción entre entidades, resultando en una abstracción cercada a la forma como las personas piensan y realizan sus actividades cuando trabajan en grupo [18] [19] [20].

Finalmente, como resultado de experiencias previas resulta adecuado dividir la complejidad de esta propuesta a través de tres elementos fundamentales [7]: los Agentes de Servicios, los Agentes de Interfaz y un Modelo Información.

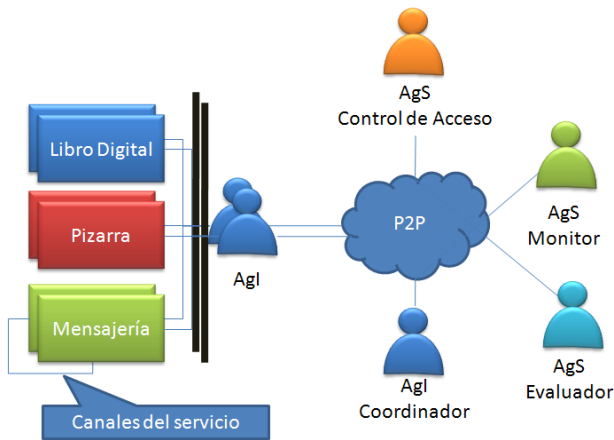
## 4 Una Arquitectura Multiagente para la Gestión de Información de Awareness en Entornos CSCL

La base de la arquitectura son tres tipos de elementos: los Agentes de Interfaz (AgI), Agentes de Servicio (AgS) y un Modelo Información que sirve como protocolo de comunicación de alto nivel entre entidades. A continuación se expone la arquitectura desde una perspectiva externa destacando el rol que juega el Modelo de Información dentro de la estructura general de la propuesta. Posteriormente se entra en detalle de las arquitecturas internas tanto de los AgI como AgS.

### 4.1 Arquitectura Externa

Una de las principales características de esta red es la imperativa necesidad de cooperación entre agentes como respuesta a la naturaleza dispersa y compleja que se configura en un escenario CSCL. En la figura 2, se ilustra el paralelismo de esta red con los servicios de naturaleza colaborativa; de tal forma que sirve como plataforma para la gestión de la información mientras facilita la interacción entre las personas a través de servicios tales como: el mantenimiento y difusión de datos del usuario, reconocimiento de acceso a la red y posterior divulgación según criterios de privacidad, negociación de capacidades e intereses antes del establecimiento de un sesión de trabajo compartido, búsquedas especializadas, monitoreo y registro de actividades, implementación de estrategias de coordinación para mantener control sobre el avance de tareas y planeaciones, tutores inteligentes, servicios especializados en la propagación de Awareness específico (social, espacio de trabajo, etc.) y en general todos aquellos servicios que utilizando el Modelo de Información como base de entendimiento, se desarrollen siguiendo los principios de un AgS.

El acceso a la red por parte de un usuario se realiza a través de un AgI. Cada AgI se registra sobre un AgS de Control de Acceso que verifica y retorna al AgI el Perfil almacenado de dicho usuario y genera un mensaje de notificación hacia la red. Uno de los primeros agentes en recibir este mensaje es el AgS Monitor, el cual mantiene un seguimiento y registro continuo de las actividades de un usuario y por tanto coopera con otros agentes para conocer un historial de eventos específicos o realizar otro tipo de consultas. En función de Políticas de Notificación e Interrupción configuradas sobre los Agentes, buen número de los mensajes lanzados hacia la red son tomados por AgI y desplegados sobre la interfaz gráfica del usuario a través de diferentes Widgets (mini aplicaciones utilizadas para el despliegue gráfico de resultados).



**Fig. 2. Diagrama contextual de Arquitectura externa del Sistema Multiagente**

El AgI Coordinador corresponde a una entidad de interfaz especializada en la supervisión y control del grupo, el cual ofrece herramientas para la configuración de políticas sobre otros agentes y elementos para el seguimiento de las actividades de los usuarios.

Bien sea de forma reactiva o deliberativa, todos los Agentes de la red están en la capacidad de generar paquetes de información que otros agentes pueden tomar o ignorar según sus características. En el caso de AgS especializados en ofrecer tipos específicos de Awareness, no todos los mensajes de la red son de interés y en algunos casos es necesario acumular distintos antecedentes antes de emitir un concepto específico.

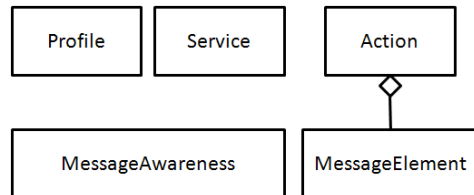
Durante los procesos de cooperación se pueden emitir paquetes de destinación específica para optimizar la propagación de paquetes con volumen de información altos, sin embargo, la filosofía de propagación de la red es *multicast*.

El adecuado entendimiento entre los Agentes se consigue mediante los objetos de información definidos en el Modelo de Información, el cual se describe a continuación.

## 4.2 Modelo de Información

Este modelo se refiere a un conjunto de objetos que definen la estructura de los distintos mensajes que se propagan sobre la red. La figura 3 ilustran dichos objetos, entre los que se encuentran: **Profile**, un objeto compuesto por la información básica del perfil de usuario tal como su nombre, avatar (figura asociada con el perfil) y estados; **Service**, equivale al perfil de las aplicaciones y permite identificar y caracterizar un servicio colaborativo; **Action**, corresponde a comandos u operaciones puntuales que un usuario realiza durante su interacción, por ejemplo iniciar un servicio o invitar a otro usuario a participar; **MessageElement**, representa las distintas unidades de información que se intercambian entre los usuarios y

resultan relevantes para la definición de Awareness, por ejemplo mensajes donde se manifieste duda o solicite consenso con el grupo; **MessageAwareness** modelan los mensajes especializados de Awareness y por lo general van dirigidos a grupos de usuarios, personas o aplicaciones específicos por cuanto es el resultado de una interpretación más consistente de una situación de grupo.



**Fig. 3. Diagrama de conceptual para el Modelo de Información**

Adicionalmente, cada mensaje se marca con distintos elementos de cabecera que facilitan su interpretación por parte de los Agentes, los cuales puedan optar por darle un nivel de prioridad según sus intereses. Los AgI son las entidades que más generan mensajes porque se producen cuando el usuario interactúa con los servicios, no obstante estos carecen de una interpretación profunda, contrario a lo que se espera de los mensajes generados por un AgS. A continuación se describen las arquitecturas internas de los Agentes.

## 4.3 Arquitectura Interna del Agente de Interfaz

Estos Agentes median entre el usuario, los servicios colaborativos y la red. Cada AgI cumplen con dos roles fundamentales: primero, son productores de eventos de Awareness de bajo nivel provenientes de la interacción del usuario con los servicios colaborativos y segundo, son consumidores de la información de Awareness que generan otros agentes.

Su rol *Productor*, se sustenta esencialmente en la escucha de eventos procedentes del sistema operativo, por ejemplo cuando se inicia una nueva aplicación o se determinan limitaciones de recursos hardware o software. Esta información es muy limitada cuando su interacción se centra sobre una única aplicación, por ello se han diseñado dos interfaces de programación que pueden ser utilizadas por las aplicaciones colaborativas para integrar sus capacidades con las de la red de agentes y de esta forma garantizar un seguimiento continuo y detallado de las actividades de usuario. Dichas interfaces son **IService** e **IAgent**, la primera, es un contrato para que el servicio pueda recibir las notificaciones del agente y la segunda para que el servicio pueda utilizar las capacidades del agente y así propagar el Awareness y utilizar los servicios de negociación del Agente.

En su rol *Consumidor*, el agente recibe la información de Awareness que generan otros agentes, la cual puede ser

desplegada sobre Widgets propios del agente o transferida al servicio para que este le dé una interpretación adecuada.



**Fig. 4. Arquitectura interna para los Agentes de Interfaz**

La figura 4 ilustra la estructura interna de este tipo de agentes donde se resalta las capas de comunicación, procesamiento de datos, filtrado, seguridad, sensado, interfaz de servicios y WidgetEngine. Esta última corresponde un entorno reducido de despliegue para pequeñas aplicaciones denominadas Widgets con las cuales se crea la interacción Usuario-Agente.

#### 4.4 Arquitectura Interna del Agente de Servicio

Los Agentes de servicio transforman e interpretan la información emitida por los AgI y emiten Awareness específico o desarrollan funciones que ayudan a proveer un entorno de enseñanza aprendizaje adecuado. Entre los diferentes AgS que se proponen para esta red se tienen:

**Control de Acceso:** cuya responsabilidad es mantener registro y control del ingreso a la red como medida de seguridad para garantizar la privacidad de los datos.

**Monitor:** lleva registro persistente de todas las acciones y mensajes que ocurren dentro de la red, por tanto contribuye al mantenimiento de la memoria de grupo que otros Agentes pueden utilizar para proveer sus servicios.

**Evaluador:** es una ampliación del AgI Coordinador y su responsabilidad es proveer criterios de desempeño de la labor de un grupo o un participante, además, busca automatizar los procesos de veeduría, recordar planes de entrega y alertar cuando existen fallas de coordinación o ausencias prolongadas de un participante.

**Gestor de Conocimiento:** implementa estrategias para la gestión del conocimiento individual y grupal mediante la estructuración por dominios de la información presente en el AgS Monitor.

**Buscador de Expertos:** facilita la búsqueda y clasificación de usuarios expertos en temas particulares dentro de la red. Los resultados de este Agente permiten enriquecer la labor del AgS Gestor de Conocimiento.

**Tutor Inteligente:** familia de servicios especializados en dominios de conocimiento, que mediante la utilización de técnicas avanzadas de inteligencia artificial puedan actuar como consultores durante una discusión o proactivamente plantear líneas de trabajo alternativas para fortalecer el aprendizaje en áreas de conocimiento específicas.

La figura 5 ilustra la estructura general de los agentes de Servicio, su principal diferencia con los AgI está en la ausencia de las capas de sensado e interfaz, además de WidgetEngine, las cuales son remplazadas por bloques de procesamiento más específicos donde se desarrolla la lógica del servicio y la lógica de cooperación del agente.



**Fig. 5. Arquitectura interna para los Agentes de Servicio**

A continuación se presenta los prototipos desarrollados para la validación de esta propuesta.

## 5 Experimentación

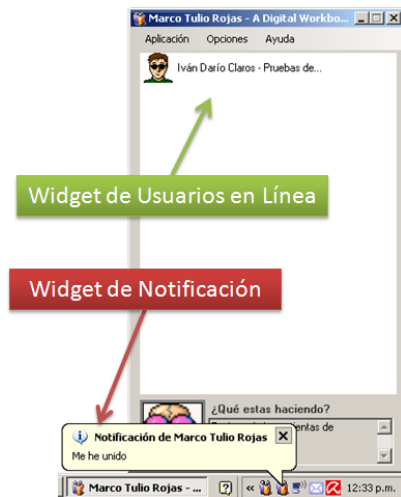
Para la validación de esta propuesta fue necesario desarrollar tanto parte de la red de agentes, como servicios colaborativos que la utilizaran. Los prototipos fueron desarrollado sobre una plataforma TabletPCs con Windows Vista, utilizando la tecnología .NET framework 3.5. Dentro de la exploración tecnológica no se encontraron frameworks para el trabajo con Agentes bajo la tecnología .NET que fueran adecuado: el único referente encontrado, Jade for .NET [21], presentó dificultades de integración con el entorno y desuso, por lo cual se realizó una implementación propia de la infraestructura para el soporte de agentes utilizando canales de comunicación de Peer soportados en la extensión WCF (*Windows Communication Foundation*) del framework .NET [22].

Para la experimentación se desarrolló: un Agente de Interfaz, un AgI Coordinador, un AgS Control de Acceso y un AgS Monitor.

El Agente de Interfaz se ilustra en la figura 6 y provee Widget de usuarios en línea y ventanas de notificación de mensajes. El AgI Coordinador despliega una vista sencilla de las acciones que un usuario ha realizado sobre la red y que han sido registrados por el AgS Monitor. El AgS Control de Acceso mantiene una

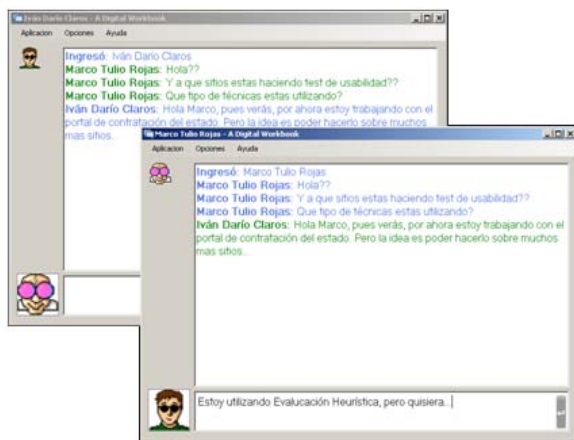
lista de los nombres y contraseñas de usuario asociada con Perfiles, a los cuales se permite el acceso.

Los servicios de persistencia de la información ser realizaron a través de esquemas XML soportados por los objetos DataSet de la tecnología .NET.



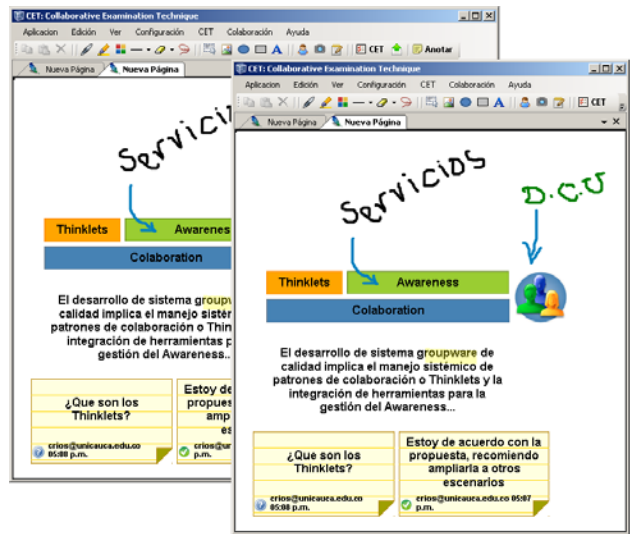
**Fig. 6. Vista del Prototipo de Agente de Interfaz**

Los servicios colaborativos desarrollados fueron tres: Un servicio de mensajería instantánea, ilustrado en la figura 7; una pizarra colaborativa, figura 8; y un Libro de Tareas Digital (A Digital Workbook), figura 9; cada uno aprovechando las capacidades de negociación del agente para invitar a otros usuarios a participar en una sesión de trabajo colaborativo.



**Fig. 7. Servicio de Mensajería Instantánea**

El servicio de mensajería instantánea trabaja bajo un esquema de comunicación síncrono y tiene la posibilidad de distribuir archivos e iniciar multiconferencia. Internamente esta aplicación presenta la lista de usuarios que intervienen en la conversación.



**Fig. 8. Vista del Prototipo de Libro de Trabajo Digital**

El Libro de Trabajo Digital corresponde a un entorno de soporte a la colaboración en el cual se permite crear de forma colaborativa documentos gráficos que luego pueden ser compartidos. Implementa elementos de soporte para el trabajo síncrono o asíncrono. Permite la manipulación de imágenes, figuras, texto y trazos, aprovechando las capacidades gráficas de los entornos TabletPC para ofrecer a los usuarios un entorno cómodo y natural a la edición de documento. Incorpora además mecanismos de anotaciones para facilitar el análisis social de los aportes.

Como resultado de esta experiencia de desarrollo, se validaron los principios de diseño utilizados para la Arquitectura y se abrió espacio para el desarrollo de nuevas herramientas y servicios de gestión de Awareness orientadas a mejorar los escenarios educativos colaborativos. En la actualidad, se están diseñando pruebas con usuarios reales para estimar el impacto de los procesos de gestión de conocimiento implementados por la interacción de los distintos agentes.

## 6 Conclusiones y Trabajos Futuros

La experiencia realizada comprueba la viabilidad de esta propuesta y abre las puertas para la construcción de nuevos servicios colaborativos que pongan a prueba esta arquitectura en otros escenarios de colaboración.

Hasta ahora los lineamientos de diseño de partida han sido validados, no obstante es limitado el aprovechamiento que el paradigma de Agentes puede ofrecer cuando se integra con técnicas avanzadas de procesamiento de información. Por tanto, el siguiente paso en esa investigación es la generación de Agentes de Servicios especializados en enfoques particulares de Awareness y todos aquellos propuestos en este documento. Finalmente, el modelo de información debe

ser ampliado para cubrir nuevas áreas de aplicación relacionadas con la gestión de información de Awareness.

## Agradecimientos

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por el proyecto “Entorno basado en tecnologías de la información y las comunicaciones (TICs) para monitorizar y analizar los procesos colaborativos en actividades con contenidos educativos”, A/017436/08. El trabajo ha sido también parcialmente financiado por LACCIR (Latin American and Caribbean Collaborative ICT Research federation) Grant R0308LAC001.

## 7 Referencias

[1] Hernández D.: “A pattern-based design process for the creation of CSCL macro-scripts computationally represented with IMS LD”, Tesis Doctoral, Universidad De Valladolid, 2007.

[2] Johnson, R., Johnson, D., Stane, M.: “Comparison of computer-assisted cooperative, competitive, and individualistic learning”. American Educational Research Journal. Vol. 23, pp. 246-268. 1985.

[3] Plantamura P., Roseli T., y Rossano V.: “Can a CSCL environment promote effective interaction?” en Proc. 4th. IEEE International Conference on Advanced Learning Technology (ICALT04). 2004.

[4] Ong S., y Hawryszkiewicz I.: “Towards Personalised and Collaborative Learning Management Systems” en Proc. 3rd. IEEE International Conference on Advanced Learning Technology (ICALT03), 2003.

[5] Ovalle, D., Jiménez, J., Collazos, A.: “Model for supporting awareness in the CSCL ALLEGRO environment through a blackboard architecture”, Revista Ingeniería e Investigación vol. 26 no.3, pp. 67-77, 2006.

[6] Dourish, P. and Bellotti, V.: “Awareness and Coordination in Shared Workspaces”. Proc. of ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work (CSCW 92), Toronto, ACM Press, 1992.

[7] Claros, I., Collazos, C., Cobos, R.: “Servicios awareness para la mejora del escenario educativo soportado sobre KnowCat”, Revista Avances en Sistema e Información, Vol.6. No. 1, ISSN 1657-7663, pp. 127-133, 2009.

[8] Cobos, R.: “Mecanismos para la Cristalización de Conocimiento, una propuesta a través de un Sistema de Trabajo Colaborativo”. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Madrid. Dep. Ingeniería Informática. 2003.

[9] Maes, P.: “Agents that reduce work and information overload”, Communication of the ACM, Vol 37: 7, 1994.

[10] Botti, V. Julián, V.: “Agentes inteligentes: el siguiente paso de la Inteligencia Artificial”, Novatica, Vol. 145, 2000.

[11] Ushida, H., Hirayama, Y., Nakajima, H.: “Emotion model for life like agent and its evaluation”. Proceedings of the Fifteenth National Conference on Artificial Intelligence and Tenth Innovative Applications of Artificial Intelligence Conference (AAAI / IAAI), pages 8–37, 1998.

[12] Amandi, A.: “Desarrollo de Sistemas Multi-Agentes, Inteligencia Artificial”, Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial. No.13, pp.33-35. ISSN: 1137-3601. 2001.

[13] Collazos, C., Guerrero, L., Pino, J., Ochoa, S.: "Introducing Knowledge-Shared Awareness". Proceedings. Of IASTED International Conference: Information and Knowledge Sharing (IKS 2002). St. Thomas, Virgin Islands, USA, November, pp. 13-18. 2002.

[14] Costaguta, R.: “Una Revisión de Desarrollos Inteligentes para Aprendizaje Colaborativo Soportado por Computadora”, Revista Ingeniería Informática, edición 13, Chile, 2006.

[15] Ayala G. “Towards lifelong learning environments: Agents supporting the collaborative construction of knowledge in virtual communities”. En Proc. International Conference on Computer Support for Collaborative Learning, pp. 141–149. 2003.

[16] Taurison N, y Tchownikine P.: “Supporting a Learner Community with Software Agents”. Educational Technology & Society. Vol. 7(2), pp. 82-91. 2004.

[17] Palfreyman K. A. and Rodden T.: “A protocol for user awareness on the World Wide Web”. In Procs. of CSCW'96, pp. 130 - 139, ACM Press. Boston, MA, USA, Nov. 1996.

[18] Wooldridge, M., Ciancarini, P.: “Agent-oriented software engineering: The state of the art”. In Wooldridge M., Ciancarini, P. (Eds.), Agent Oriented Software Engineering. Springer Verlag, LNAI 1975, 2001.

[19] Hamill, L., Gilbert, N.: “Social Circles: A Simple Structure for Agent-Based Social Network Models”. Journal of Artificial Societies and Social Simulation 12(2/3), 2009.

[20] Soto, J., Vizcano, A., Portillo, J., Piattini, M., Kusche, O.: “A Two-Layer Multi-agent Architecture to Facilitate Knowledge Sharing within Communities of Practice”. Inteligencia Artificial 42, 46-54, 2009.

[21] Erxa: “Jade for .NET”, <http://www.erxa.it>. Última visita: Agosto 2009.

[22] Smith, J.: “Harness The Power Of P2P Communication In Windows Vista And WCF”, MSDN Magazine, Microsoft, 2006.