

Una Revisión de Desarrollos Inteligentes para Aprendizaje Colaborativo Soportado por Computadora

Rosanna Costaguta

Departamento de Informática, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías,

Universidad Nacional de Santiago del Estero, Argentina

rosannac@unse.edu.ar

Resumen

Debido a las ventajas que para los estudiantes acarrea trabajar colaborativamente, hoy existen numerosas aplicaciones en el ámbito de la educación a distancia desarrolladas bajo esta perspectiva. Además, las ventajas se acrecientan cuando los sistemas colaborativos cuentan con agentes inteligentes que permiten personalizar las respuestas en función de las características y necesidades de cada estudiante. Este trabajo presenta la revisión efectuada sobre catorce aplicaciones creadas en el ámbito del aprendizaje colaborativo soportado por computadora, que cuentan con agentes en sus arquitecturas.

Palabras clave: aprendizaje colaborativo soportado por computadora, agentes inteligentes, sistemas colaborativos

1. Introducción

Numerosos estudios (Johnson et al., 1985; Blaye et al., 1991; Roschele y Teasly, 1995; McManus, 1996; Nachmías et al., 2000; Ong y Hawryszkiewicz, 2003; Haake et al., 2003; Bluemink y Jarvela, 2004; Plantamura et al., 2004) demuestran que la colaboración entre pares estimula el aprendizaje, acrecienta la motivación, fomenta los sentimientos de pertenencia a un equipo, incentiva la creatividad, facilita la comunicación (sobre todo entre quienes se encuentran dispersos geográficamente), y acrecienta la satisfacción personal por el proceso educativo realizado. Estas son sólo algunas de las razones que motivan el número creciente de aplicaciones colaborativas existentes en el ámbito de la educación, y en particular dentro de la educación a distancia.

Desde hace unos pocos años las aplicaciones de aprendizaje colaborativo han comenzado a incluir tecnología de agentes. Hoy existen numerosas aplicaciones que cuentan con agentes inteligentes en sus arquitecturas que les

permiten enriquecer sus funcionalidades tradicionales. La personalización de las respuestas del sistema, a través de agentes que tienen en cuenta las necesidades y características de cada estudiante, permite generar productos que benefician el proceso de aprendizaje de los alumnos. El objetivo de este trabajo es presentar una revisión de algunos desarrollos relevantes en el área del aprendizaje colaborativo soportado por computadora que cuentan con el apoyo de agentes inteligentes dentro de sus arquitecturas.

Este artículo se estructura como sigue. La próxima sección define qué se entiende por aprendizaje colaborativo soportado por computadora. En el apartado 3 se introduce el concepto de agente inteligente. En la sección 4 se describen catorce sistemas, desarrollados en el ámbito del aprendizaje colaborativo soportado por computadora, que cuentan con la asistencia de agentes. Finalmente, en el apartado 5 se sintetizan algunas conclusiones.

2. Aprendizaje Colaborativo Soportado por Computadora

Brindar una única definición de *Aprendizaje Colaborativo Soportado por Computadoras* (ACSC) no es una tarea fácil, principalmente por la dificultad misma de definir *Aprendizaje Colaborativo* (AC). Dillenbourg (1999) sostiene que el AC *es una situación en la que dos o más personas aprenden algo juntas, o al menos lo intentan*. Como el propio autor señala, los elementos de esta definición pueden interpretarse de varias maneras. Por ejemplo, la expresión *dos o más personas* puede ser vista como: un par, pequeños grupos formados por 3 a 5 individuos, una clase de 30 o más estudiantes, una comunidad, etc.; el mismo análisis podría efectuarse al tratar de dar significación a las palabras *aprenden algo juntas*. Sin embargo, luego de plantear estas dificultades, Dillenbourg propuso una definición más específica: *el AC describe una situación en la que se esperan ocurran ciertas formas de interacción entre personas, susceptibles de promover mecanismos de aprendizaje, sin ninguna garantía de que tales interacciones esperadas ocurran*.

El AC se refiere a un método instruccional en el que los estudiantes trabajan juntos en pequeños grupos hacia una meta común. En estos grupos los alumnos son responsables de su propio aprendizaje y también del de sus compañeros, los talentos de cada individuo sirven como recursos para cada uno de los otros miembros del equipo, y por esto, el éxito de uno ayuda al éxito de todos. Un aspecto muy importante en el AC es que las interacciones son negociables (Dillenbourg, 1999). Un estudiante no puede imponer su punto de vista, debe argumentar, justificar y negociar para intentar convencer al resto de sus compañeros de equipo de que su postura es la correcta. La premisa subyacente en el AC es la construcción de consenso a través de cooperación y colaboración entre los miembros del grupo (Panitz, 1997). Indudablemente, la expresión AC es una sombrilla bajo la que se colocan varias prácticas de clase diseñadas para alentar las responsabilidades compartidas por un curso de aprendizaje, y si tales prácticas implican el uso de computadoras entonces se habla de ACSC.

3. Agentes inteligentes

Actualmente la *Inteligencia Artificial* (IA) puede aplicarse a una gran cantidad de áreas o campos donde sea requerido el intelecto humano. El más reciente paradigma de esta disciplina es el denominado *paradigma de agentes* (Maes, 1994; Botti y Julián, 2000). Este paradigma aborda el desarrollo de entidades que puedan actuar de forma autónoma y razonada conocidas como *agentes inteligentes*. Los investigadores y desarrolladores del área han generado múltiples definiciones para estas entidades, cada uno de ellos teniendo en cuenta sus propias necesidades y/o experiencias. Algunos ejemplos de estas definiciones son: entidad que percibe y actúa sobre un entorno (Russell y Norvig, 1995); sistema cuyo comportamiento se determina como resultado de un proceso de razonamiento basado en sus aptitudes (Wooldridge y Jennings, 1995); componente de software y/o hardware capaz de actuar para realizar tareas en beneficio del usuario (Nwana, 1996) y se podría continuar citando varios autores más. Actualmente existen en el tema tanto lagunas conceptuales como de desarrollo, por lo que no es extraño que todavía ninguna de las definiciones haya sido aceptada plenamente por la comunidad científica. Tampoco existe acuerdo en las propiedades que debe esgrimir un agente, algunas de ellas son (Wooldridge y Jennings, 1995; Franklin y Graesser, 1996; Nwana, 1996): continuidad temporal, autonomía, sociabilidad, racionalidad, reactividad, pro-actividad, adaptatividad, movilidad, veracidad y benevolencia. Tal como afirman Botti y Julián (2000), no existe consenso sobre el grado de importancia de cada una de estas propiedades, si bien se coincide en la opinión de que sirven para diferenciar a los agentes de meros programas software.

También debido a que los autores no evalúan las mismas características de las que los agentes deben ser poseedores, es que se obtienen distintas taxonomías para ellos. Así, existen agentes autónomos, agentes colaborativos, agentes de interfaz, agentes reactivos, agentes híbridos, agentes astutos, y otros tipos, producto de la combinación de dos o más de estas categorías citadas.

Cabe resaltar que las aplicaciones basadas en agentes son numerosas, tanto como la variedad de áreas en donde están siendo empleados (control de procesos, producción, operaciones comerciales, gestión de información, comercio electrónico, monitorización, mediación, aplicaciones médicas, entretenimiento, etc.). Recientemente han comenzado a aplicarse como una alternativa real de apoyo a los procesos de enseñanza aprendizaje de estudiantes (Villarreal Farah, 2003).

En el caso particular de los sistemas de ACSC, incorporar agentes en sus arquitecturas puede ser una manera válida de enriquecer sus funcionalidades tradicionales (Santos et al., 2004). A través del uso de agentes es posible adaptar las respuestas del sistema a las necesidades y características personales de cada estudiante. Esta personalización inteligente, sumada a las ventajas mencionadas para el aprendizaje colaborativo, genera productos que benefician al proceso de aprendizaje de los estudiantes, y que además influyen positivamente en los niveles de motivación y satisfacción alcanzados.

En muchos sistemas de aprendizaje los agentes se valen de la información almacenada en *modelos de estudiante y de grupo* para facilitar y adaptar o personalizar la interacción o la situación de aprendizaje (Paiva, 1997). Un *modelo de estudiante* almacena información vinculada con aspectos individuales de cada alumno. Un *modelo de grupo* captura aspectos que identifican como un todo al grupo de estudiantes que trabajan colaborativamente dentro de un espacio compartido.

4. Desarrollos actuales

En esta sección se describen brevemente algunas aplicaciones inteligentes desarrolladas en el ámbito de ACSC para educación a distancia. Para cada una de ellas se consideran: los agentes presentes en sus arquitecturas, los roles que estos desempeñan, los modelos que cada aplicación crea y mantiene para que sean usados por sus agentes para personalizar sus funcionalidades según las necesidades de cada estudiante, y las diferentes herramientas que los alumnos pueden utilizar para comunicarse y trabajar colaborativamente. A continuación se citan por orden alfabético las catorce aplicaciones estudiadas:

- **ALFanet** (Gaudioso et al., 2003; Santos et al., 2003; Santos et al., 2004): Este sistema genera dinámicamente páginas web y provee a los estudiantes servicios educativos personalizados acordes tanto con las necesidades individuales como con las colaborativas. Cuenta con una arquitectura multiagente que posibilita llevar a cabo la personalización del contenido, de la interacción y de la navegación. Algunos agentes interactúan para seleccionar las recomendaciones que se darán a los usuarios, y otros, construyen diferentes tipos de modelos (de estudiante, de grupo, de contenido y actividad, de servicio, de interfase y de recomendaciones). Los modelos son útiles para la personalización y se actualizan en función de las interacciones realizadas. Los estudiantes utilizan un foro para compartir sus tareas y colaborar.
- **Algebra Jam** (Singley et al., 2000): Es un ambiente que soporta el trabajo realizado por un grupo de estudiantes que colaboran sincrónica y remotamente para resolver un problema algebraico. Cuenta con un modelo de equipo que contiene modelos individuales para cada miembro y un modelo de grupo. Los estudiantes pueden comunicarse a través de chat y trabajar colaborativamente sobre una pizarra compartida. El sistema cuenta con un agente tutor que participa como un miembro virtual del grupo, su función consiste en monitorear y administrar las interacciones del equipo actualizando los modelos correspondientes, también puede ofrecer ayuda, criticar o comentar el trabajo de los estudiantes utilizando mensajes de chat, y hasta generar parte de la solución operando sobre la pizarra.
- **AMADeUs** (Tedesco y Gomes, 2002): Es un sistema desarrollado para la enseñanza de matemáticas a distancia. Su arquitectura cuenta con varios agentes inteligentes encargados de diferentes funciones: el agente de modelado de acciones se inicializa con cada nuevo estudiante que ingresa al sistema y es el

encargado de recolectar las acciones realizadas; el agente de producción crea y actualiza el modelo de estudiante analizando la información recopilada por el agente de modelado; el agente monitor de grupo es responsable de la conformación de los grupos de alumnos a través del uso de los modelos de estudiante y de la creación y mantenimiento de los modelos de grupo; el agente monitor de ritmo detecta alumnos pasivos y registra tal información en los modelos de estudiante; el agente de interfaz monitorea si se realizaron todas las actividades de aprendizaje disponibles y además propone al alumno nuevas situaciones problemáticas que puedan reforzar su aprendizaje; el agente ayudante de edición ayuda al profesor a crear nuevas situaciones problemáticas; el agente analizador de datos aplica técnicas de datamining para detectar que es lo que el alumno ya conoce y cuáles son sus puntos débiles. El sistema permite comunicaciones a través de chat, foro, correo electrónico, listas y operando sobre un espacio de trabajo compartido

- **CALM** (Olguín et al., 2000): Es un sistema que establece dinámicamente grupos de colaboración donde los estudiantes pueden establecer las características del grupo en el que les gustaría participar. Cada grupo que se constituye posee un propietario que define tales características. Su arquitectura posee varios agentes: un agente de usuario encargado de recibir y responder a las solicitudes que se dirijan a dicho usuario; un agente de grupo que realiza la búsqueda de alumnos que concuerden con el perfil del grupo a formar y a quienes envía las invitaciones correspondientes; un agente de actividades que determina los niveles de participación de los miembros de un grupo; y un agente director que puede emitir recomendaciones al grupo o sólo a uno de sus miembros en particular. CALM crea y actualiza modelos de estudiante y de grupo. Permite comunicaciones a través de chat y correo electrónico. También es posible operar sobre un espacio de trabajo compartido.
- **CASSIEL** (Ayala, 2003; Ayala y Saito, 2003): Es un sistema donde el estudiante tiene que crear responsablemente su propio plan de aprendizaje. Dentro de su arquitectura multiagente cuenta con: un agente de usuario encargado de crear y mantener un modelo de estudiante y de brindar asistencia al alumno tanto para configurar los grupos de discusión como para actualizar su plan de aprendizaje; un agente facilitador responsable de crear y mantener una red semántica que denota todos los recursos disponibles, este agente también ayuda al alumno a modificar la red cuando desea agregar nuevo material; un agente de información que facilita la búsqueda y ubicación de material acorde con los intereses de cada alumno y que también le avisa cuando se producen novedades o modificaciones en la red. CASSIEL cuenta con modelos de estudiante definidos por el conjunto de creencias acerca de cada alumno específico. Estos modelos inicialmente contienen información suministrada por los mismos usuarios pero luego se actualizan en función de las interacciones realizadas por cada uno de ellos. Permite comunicaciones a través de correo electrónico y foro. También se puede operar sobre un repositorio compartido.
- **COLER** (Constantino y Suther, 2003; Constantino et al., 2003): Es un ambiente que permite a los estudiantes resolver problemas de modelado entidad-relación trabajando sincrónicamente en pequeños

grupos a distancia. Su arquitectura incluye un agente entrenador personal para cada estudiante. Cada agente entrenador es responsable de promover las interacciones dentro del grupo, analizar las interacciones de su estudiante a fin mantener balanceada la participación, y de reconocer diferencias entre las soluciones individuales y la grupal. La guía de estos agentes se expresa como preguntas o como sugerencias que pueden o no ser tenidas en cuenta por el estudiante. En este sistema los estudiantes primero deben solucionar individualmente el problema en sus espacios de trabajo privados para luego poder pasar a operar colaborativamente en el espacio de trabajo compartido. La comunicación se efectúa a través de chat.

- **FLE2** (Chen y Wasson, 2002): Es un ambiente para construcción de conocimiento colaborativo basado en la web que cuenta con un agente coordinador. Este agente recolecta información sobre los procesos de colaboración y la almacena en una base de datos, luego calcula estadísticas que muestra al profesor, también es capaz de detectar problemas y de hacerlos conocer a los alumnos y al profesor. Cada vez que el profesor incorpora nuevo material el agente comunica esta situación a los estudiantes. FLE2 cuenta con chat, correo electrónico, y un repositorio compartido.
- **GRACILE** (Ayala y Yano, 1996; Ayala y Yano, 1998): Es un sistema diseñado para ayudar a estudiantes a aprender japonés. Cuenta con una arquitectura basada en dos tipos de agentes inteligentes: un agente mediador y un agente del dominio. El agente mediador es el encargado de construir y mantener el modelo de estudiante, soportar la colaboración y detectar las oportunidades potenciales de aprendizaje del grupo. Los agentes de este sistema asesoran a cada estudiante en su progreso individual y le proponen nuevas tareas de aprendizaje basándose en las necesidades de aprendizaje del grupo. Los estudiantes operan sobre un espacio de trabajo compartido.
- **HabiPro** (Vizcaíno, 2002; Vizcaíno, 2005): Es una aplicación colaborativa distribuida y síncrona que pretende desarrollar buenos hábitos de programación en los estudiantes, proponiendo diferentes problemas que los alumnos deben resolver en grupo. El sistema muestra estadísticas de participación de los estudiantes y calcula otras variables de interacción complejas. Su arquitectura cuenta con un agente que simula ser un estudiante más dentro del grupo y que actúa cuando detecta alguna situación que puede debilitar a la colaboración o al aprendizaje. HabiPro crea y actualiza modelos de estudiante y de grupo. Permite la comunicación a través de chat y de un espacio de trabajo compartido.
- **IDEAL** (Daniel et al., 2003): Es un sistema construido para soportar aprendizaje colaborativo a través de argumentación. Su arquitectura se compone por varios agentes: un agente instruccional que coordina, distribuye las tareas y controla todo el sistema, también encargado de finalizar la discusión o asegurar el cambio de temas, tres agentes personales, uno para cada estudiante, encargados de crear y mantener un modelo de estudiante en función del análisis de la discusión en la que participa el alumno, un primer agente director que actúa como compañero de aprendizaje y como moderador del grupo, encargado de detectar

cuando los estudiantes no han discutido un tópico y de provocar entonces una discusión al respecto, y un segundo agente director, que desempeña un rol de alborotador, que intenta comprometer a los alumnos en una activa participación. IDEAL permite la comunicación a través de chat.

- ***I-Help*** (Bull et al., 2001; Vassileva et al., 2003): Se basa en una arquitectura multiagente conformada por agentes personales, agentes de aplicación, agentes de diagnóstico y agentes buscadores. Los agentes personales asisten a los estudiantes y se encargan de construir y mantener los modelos de estudiantes correspondientes. I-Help facilita la comunicación entre estudiantes a través de discusiones privadas, entre dos alumnos, y de discusiones públicas, para grupos de alumnos. Este sistema cuenta con chat, foro, correo electrónico y un repositorio compartido.
- ***MarCO*** (Azevedo, 2003): Es un sistema que ayuda a los estudiantes a construir un plan de actividades consensuado. Su arquitectura cuenta con un agente mediador responsable de monitorear las interacciones a fin de detectar los conflictos cuando se producen y de decidir cómo intervenir en ellos para mediar la situación. Parte de la información requerida en estos casos esta contenida en los modelos de estudiante y de grupo que MArCO crea y mantiene. Los estudiantes operan sobre un espacio de trabajo compartido y se comunican a través de chat.
- ***Merlín*** (Kuan et al., 2003): Permite la creación de mapas conceptuales colaborativos a través de los cuales los estudiantes discuten sus ideas. El sistema cuenta con un agente que monitorea la discusión a fin de ayudar a los estudiantes de manera no intrusiva. El agente puede presentar material solicitado por un alumno teniendo en cuenta también la información almacenada en el modelo de estudiante. Los estudiantes operan sobre un espacio de trabajo compartido y se comunican a través de chat.
- ***SYMBA*** (Betbeder y Tchownikine, 2003; Taurison y Tchownikine, 2004): Es un ambiente basado en la web que asiste a los estudiantes en la organización de actividades colectivas en un contexto de aprendizaje. SYMBA cuenta con tres agentes con funciones específicas: el primero (Nicolas) encargado de encontrar la fecha adecuada para que el grupo realice un foro sincrónico; el segundo (Chick) se ocupa de gestionar votaciones sincrónicas o asincrónicas, y el tercero (Colin), administra los archivos producidos o usados por el grupo. Los estudiantes operan sobre un repositorio compartido y se comunican mediante chat, foros sincrónicos y correo electrónico.

A modo de síntesis, la Tabla 1 puntualiza para cada aplicación analizada: la cantidad de agentes presentes en su arquitectura, las diferentes herramientas de comunicación que los estudiantes pueden utilizar para trabajar colaborativamente, y los diferentes modelos que se crean y mantienen a fin de concretar la personalización.

SISTEMA	AGENTES	HERRAMIENTAS	MODELOS
<i>ALFanet</i>	varios	foro	de estudiante
<i>Álgebra Jam</i>	uno	chat, espacio compartido	de estudiante y de grupo
<i>AMADeUs</i>	varios	chat, foro, listas, e-mail, espacio compartido	de estudiante y de grupo
<i>CALM</i>	varios	chat, e-mail, espacio compartido	de estudiante y de grupo
<i>CASSIEL</i>	varios	foro, e-mail, repositorio compartido	de estudiante
<i>COLER</i>	uno	chat, espacio compartido, espacio individual	de estudiante y de grupo
<i>FLE2</i>	uno	chat, e-mail, repositorio compartido	---
<i>GRACILE</i>	varios	espacio compartido	de estudiante
<i>HabiPro</i>	uno	chat, espacio compartido	de estudiante y de grupo
<i>IDEAL</i>	varios	chat	de estudiante
<i>I-Help</i>	varios	chat, espacio compartido	de estudiante y de grupo
<i>MARCO</i>	uno	chat, espacio compartido	de estudiante y de grupo
<i>Merlín</i>	uno	chat, espacio compartido, repositorio compartido	de estudiante
<i>SYMBA</i>	varios	chat, foro, e-mail	---

Tabla 1. Resumen de características de los sistemas analizados

5. Conclusiones

El aprendizaje colaborativo soportado por computadora es un método instruccional donde se intenta que la interacción entre los estudiantes, mediada por computadoras, promueva un aprendizaje efectivo. Si un sistema educativo dado, además de posibilitar el aprendizaje colaborativo, puede adaptar sus respuestas a las características y necesidades de cada alumno, entonces resultará doblemente ventajoso para los procesos de aprendizaje de los estudiantes involucrados.

Este trabajo permitió efectuar la revisión de catorce aplicaciones, desarrolladas en el ámbito de la educación a distancia, que lograron adaptar o personalizar sus funcionalidades a través de la inclusión de agentes inteligentes en sus arquitecturas. El análisis efectuado permitió definir para cada aplicación estudiada: la cantidad de agentes presentes y las funciones que cada uno de ellos cumple, los diferentes modelos que estos agentes crean y actualizan para adaptar su comportamiento a las características y necesidades de cada estudiante involucrado, así como, las distintas herramientas de comunicación que los alumnos pueden utilizar en cada caso para realizar sus trabajos colaborativamente.

La asociación entre el ACSC y los agentes inteligentes recién comienza. Dado los beneficios comprobados que acarrea este vínculo, es indudable que ésta será la dirección en que se continuarán desarrollando las próximas aplicaciones para aprendizaje colaborativo.

6. Referencias

(Ayala, 2003) 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*, 2003, pp. 141-149.

(Ayala y Yano, 1996) Ayala G. y Yano Y. "Learner Models for Supporting Awareness and Collaboration in CSCL Environment", en Proc. 3rd. *International Conference on Intelligent Tutoring System*. 1996.

(Ayala y Yano, 1998) Ayala G. y Yano Y. "A Collaborative Learning Environment Based on Intelligent Agents". *Expert Systems with Applications*. Pergamon Press. 1998, pp. 129-137.

(Ayala y Saito, 2003) Ayala G. y Saito N. "Using the JSP Model 2 architecture modelling agents for a lifelong learning environment". En Proc. *World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications*, 2003.

(Azevedo, 2003) Azevedo Tedesco, P. "MArCo: Building an Artificial Conflict Mediator to Support Group Planning Interactions". En *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, Vol. 13, 2003, pp. 117-155.

(Betbeder y Tchownikine, 2003) Betbeder M. y Tchownikine P. "Structuring Collective Activities with Tasks and Plans", en Proc. 3rd. *IEEE International Conference on Advanced Learning Technology (ICALT03)*. 2003.

(Blaye et al., 1991) Blaye A., Light P., Joiner R., y Sheldon S. "Joint Planning and Problem Solving on a Computer Based Task". *British Journal of Developmental Psychology*, Vol. 9, 1991, pp. 471-483.

(Bluemink y Jarvela, 2004) Bluemink J. y Jarvela S. "face-to-face encounters as contextual support for Web-based discussions in a teacher education course". *The Internet and Higher Education*, (en prensa 2004).

(Botti y Julián, 2000) Botti V. y Julián V. "Agentes inteligentes: el siguiente paso de la Inteligencia Artificial", *Novatica*, Vol. 145, 2000, pp. 95-99.

(Bull et al., 2001) Bull s., Greer J., McCalla G., Kettel L., y Bowes J. "User Modeling in I-Help: What, Why, When and how", en Proc 8th. *International Conference on User Modeling (UM'01)*. 2001, pp. 117-126.

(Chen y Wasson, 2002) Chen W. y Wasson B. "Coordinating Collaborative Knowledge Building". En Proc. *IASTED International Conference Applied Informatics*. 2002.

(Constantino et al., 2003) Constantino Gonzalez M., Suthers D., y Escamilla de los Santos J. "Coaching Web-based Collaborative Learning based on Problem Solution Differences and Participation", en *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, Vol. 13. 2003.

(Constantino y Suthers, 2003) Constantino Gonzalez M. y Suthers D. "Automated Coaching of Collaboration based Workspace Analysis: Evaluation and Implications for Future Learning Environments". En Proc. 36th *Hawaii International Conference on System Sciences*. 2003

(Daniel et al., 2003) Daniel B., Tang T., Winoto P., Sharifi G., y Niu X. "Intelligent DirEctors for Argumentative Learning (IDEAL): supporting Collaborative Learning through Argumentations". En Proc. 3rd *IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies*. 2003.

- (Dillenbourg, 1999) Dillenbourg P. "Introduction: What do you mean by collaborative learning? En P.Dillenbourg (Ed.), *Collaborative learning: Cognitive and Computational Approaches*, 1999. Pp. 1-19. Pergamon.
- (Franklin y Graesser, 1996) Franklin S. y Graesser A. "Is it an Agent? or just a Program?", In. Proceedings of the Third International Workshop on Agent Theories; Architectures and Languages, 1996.
- (Gaudio et al., 2003) Gaudio E., Santos O., Rodriguez A., y Boticario J. "A Proposal for Modeling a Collaborative Task in a Web-Based Collaborative Learning Environment", en Proc. 9th. *International Conference on User Modeling*. USA. 2003.
- (Haake et al., 2003) Haake J., Schummer T., y Haake A. "Supporting Collaborative Exercises for Distance education", en Proc. 36th. *Hawaii International Conference on System Sciences*. 2003.
- (Johnson et al., 1985) Johnson R., Johnson D., y Stane M. "Comparison of computer-assisted cooperative, competitive, and individualistic learning". *American Educational Research Journal*. Vol. 23, 1985, pp. 246-268.
- (Kuan et al., 2003) Kuan C., Lee C., y Ho C., "Agent-assisted collaborative concept map". En Proc. *IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies*, 2003.
- (Maes, 1994) Maes P. "Agents that reduce work and information overload", *Communication of the ACM*, Vol 37: 7, 1994.
- (McManus, 1996) McManus M. "Gathering together through groupware in an MA program". *ACM Integrating Teach. into CSE*, 1996, pp. 136-138.
- (Natchmías et al., 2000) Natchmías R., Mioduser D., Oren A., y Ram J. "Web-Supported Emergent-Collaboration in Higher Education Courses". *IEEE Educational Technology and Society*, Vol. 3 (3), 2000.
- (Nwana, 1996) Nwana H. "Software Agents: an overview", *The Knowledge Review*, Vol. 11 (3), 1996, pp. 205-244.
- (Olguín et al., 2000) Olguín C., Delgado A., y Ricarte I. "An Agent Infrastructure to set Collaborative Environments". *IEEE Educational Technology and Society*, Vol. 3 (3), 2000.
- (Ong y Hawryszkiewicz, 2003) Ong S., y Hawryszkiewicz I. "Towards Personalised and Collaborative Learning Management Systems" en Proc. 3rd. *IEEE International Conference on Advanced Learning Technology (ICALT03)*, 2003.
- (Paiva, 1997) Paiva A. "Learner Modelling for Collaborative Learning Environments", en du Boulay and Mizoguchi (Eds.). *Proc. Artificial Intelligence in Education*. Japón, 1997.
- (Panitz, 1997) Panitz T. "Yes, Virginia There is a big difference between cooperative and collaborative learning paradigms". 1997. Disponible en <http://sll.stanford.edu/projects/tomprof/newtomprof/postings/237.html>
- (Plantamura et al., 2004) 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.
- (Roschelle y Teasley, 1995) Roschelle J. y Teasley S. "The construction of shared knowledge in collaborative problem solving". En O'Malley C. (Ed.), *Computer-supported collaborative learning. NATO ASO series F: Computer and System Sciences*, Vol. 128, Springer-Verlag, 1995, pp. 69-97.
- (Russell y Norvig, 1995) Russell S. y Norvig P. "Artificial Intelligence: A Modern Approach", Englewood Cliffs, Prentice Hall, 1995.

(Santos et al., 2003) Santos O., Barrera C., Gaudioso E., y Boticario J. "ALFANET: An adaptive e-learning platform", en Proc. 2nd. *International Meeting on Multimedia and Information and Communication Technologies in Education*. 2003, pp. 1938-1942.

(Santos et al., 2004) Santos O., Boticario J. y Barrera C. "A Machine Learning Multi-Agent architecture to provide adaptation in a Standard-based Learning Management System". En *WSEAS Transactions on Information Science and Applications*, Vol. 1 (1), 2004, pp. 468-473.

(Singley et al. 2000) Singley M., Singh M., Fairweather P., Farrell R., y Swerling S. "Algebra Jam: Supporting Teamwork and Managing Roles in a Collaborative Learning Environment". En Proc. ACM CSCW 2000, U.S.A., 2000.

(Taurison y Tchownikine, 2004) Taurison N, y Tchownikine P. "Supporting a Learner Community with Software Agents". *Educational Technology & Society*. Vol. 7(2), 2004, pp. 82-91.

(Tedesco y Gomes, 2002) Tedesco P., y Gomes A. "Amadeus: A Framework To Support Multi-Dimensional Learner Evaluation", en Proc. 1th. *International Conference on Web-based Learning*. China, 2002.

(Vassileva et al., 2003) Vassileva J., McCalla G., y Greer J. "Multi-Agent Multi-User Modeling in I-Help". En *User Modelling and User Adapted Interaction*, Vol. 13 (1-2), 2003, pp. 179-210.

(Villarreal Farah, 2003) Villarreal Farah G. "Agentes Inteligentes en Educación", EDUTECH, Revista electrónica de Tecnología Educativa, Universidad de Santiago de Chile, 2003.

(Vizcaíno, 2002) Vizcaíno A. *Enhancing Collaborative Learning Using a Simulated Student Agent*. Tesis doctoral. Universidad de Castilla-La Mancha. España. 2002.

(Vizcaíno, 2005) Vizcaíno A. "A Simulated Student Can Improve Collaborative Learning". En *International Journal of Artificial Intelligence*, Vol. 15, 2005, pp 3-40.

(Wan y Johnson, 1994) Wan D., y Johnson P. "Experiences with CLARE: a computer supported collaborative learning environment". *International Journal Human-Computer Studies*, Vol. 41, 1991, pp. 851-859.

(Wooldridge y Jennings, 1995) Wooldridge M. y Jennings N. "Intelligent Agents: Theory and Practice", *The Knowledge Engineering Review*, Vol. 10 (2), 1995, pp. 115-152.