

MODELO DE UN SISTEMA MULTIAGENTE PARA PROVEER AYUDAS ADAPTATIVAS EN AMBIENTES VIRTUALES DE APRENDIZAJE¹

MODEL OF A MULTI-AGENT SYSTEM TO SUPPORT ADAPTIVE HELPS IN VIRTUAL LEARNING ENVIRONMENTS

Luz Adriana Peñaranda-Guevara² | Javier M. Reyes-Vera³ | Liliana Esther Machuca-Villegas⁴

Forma de citar: PEÑARANDA-GUEVARA Luz, REYES-VERA Javier, MACHUCA-VILLEGAS Liliana. Modelo de un sistema multiagente para proveer ayudas adaptativas en ambientes virtuales de aprendizaje. Respuestas. 2013; 18(2): 102-111.

Recibido:
Febrero 4 de 2013

Aceptado:
Octubre 12 de 2013

RESUMEN

Este artículo presenta la descripción de un modelo multiagente para ofrecer ayudas adaptativas en ambientes virtuales de aprendizaje. Las ayudas para este tipo de ambientes, en su mayoría, están pensadas de modo general, es decir, son iguales para todos los usuarios y no se consideran sus particularidades. Por tal razón, ofrecer ayudas personalizadas puede ser una estrategia para mejorar la flexibilidad de las aplicaciones de estas plataformas, donde se tenga en cuenta los tipos usuarios y sus modelos mentales individuales. El modelo propuesto está basado en la metodología Ingenias y permite la asignación de ayudas y monitoreo de los usuarios a partir de su perfil y su interacción con el aplicación.

Palabras clave: agentes software, ayudas adaptativas, ambientes virtuales de aprendizaje, metodología ingenias, modelo multiagente.

ABSTRACT

This paper presents the description of a multi-agent model to provide adaptive helps in virtual learning environments. The helps in this kind of environment are the same for all users and not consider their particularities. For this reason, to provide personalized assistance may be a strategy to improve the application flexibility of these platforms that take into account the users types and their individual mental models. The proposed model is based on Ingenias methodology for the allocation of help and monitoring of users, taking into account their characteristics like its profile and its interaction with the application.

Keywords: software agents, adaptive help, virtual learning environments, ingenias methodology, multiagent model.

¹ El artículo se origina del proyecto de investigación interna "Evaluación de la funcionalidad y usabilidad de la Plataforma Lingweb" avalado por la Vicerrectoría de Investigaciones de la Universidad del Valle año 2011-2012.

² Ingeniera de Sistemas
luz.adriana.penaranda@correounivalle.edu.co
Universidad del Valle
Cali - Colombia

³ Especialista en Diseño de Ambientes de Aprendizaje
javier.reyes@correounivalle.edu.co
Cali - Colombia

⁴ Magister en Ingeniería,
liliana.machuca@correounivalle.edu.co
Universidad del Valle
Cali - Colombia

1. INTRODUCCIÓN

Las plataformas de ambientes virtuales de aprendizaje en su mayoría ofrecen un estilo similar de ayudas, están pensadas de modo general, es decir, el contenido es igual para todos los usuarios y no consideran sus particularidades [17] y [19].

Normalmente las ayudas ofrecidas son tutoriales, manuales de usuario, ayuda en línea, por teléfono o por correo electrónico [15]. Estas ayudas pueden llegar a ser insuficientes para los usuarios básicos quienes típicamente son los que más hacen uso de estas.

Además, con la creciente complejidad de las aplicaciones web la necesidad de desarrollar funciones de apoyo fáciles de utilizar también crece. Por esta razón, surgen las ayudas adaptativas que ofrecen una cantidad adecuada de información en el momento oportuno mediante la adaptación de los contenidos del sistema de ayuda tanto para el conocimiento como para los objetivos de cada usuario [1].

Lo anterior crea la necesidad de brindarle a los usuarios de los sistemas e-learning ayudas personalizadas que ofrezcan la información necesaria y precisa para el uso de estos sistemas.

Una solución que se plantea para este problema es brindar personalización a partir del uso de Agentes Software AS creando un modelo de ayudas adaptativas que permitan la asignación de las ayudas de acuerdo con las características de los usuarios, es decir su perfil y su interacción con la aplicación. Se ha tomado la plataforma Lingweb “Ambiente Virtual para el aprendizaje de Idiomas” de la Universidad del Valle [2], [3], [4], [5] como caso de estudio.

Este artículo se encuentra estructurado de la siguiente manera: en la sección 2 se presentan trabajos relacionados con sistemas de ayudas; en la sección 3, se presenta el modelo del sistema multiagente para proveer ayudas adaptativas; en la sección 4, se presentan algunos resultados y finalmente, en la sección 5 se encuentran las conclusiones que permitirán vislumbrar los alcances y futuros desarrollos.

2. TRABAJOS RELACIONADOS

A continuación se muestra un conjunto de trabajos de investigación que fueron tomados como referencia para el desarrollo del trabajo, el eje central de esta revisión de literatura académica gira entorno a la adaptatividad, agentes inteligentes y sistemas de ayuda.

Los sistemas de ayuda para aplicaciones informáticas son programas que asisten al usuario en su utilización. Por esta razón su objetivo principal es el de proporcionar respuestas a los problemas que se presentan en el uso de la aplicación [15].

Existen diversas maneras de ofrecer asistencia o ayuda a los usuarios, una de ellas son los sistemas de ayuda inteligente (SAI) [6], [7] y los sistemas de ayuda adaptativos [1]. Los sistemas de ayuda inteligente o asistentes inteligentes son la propuesta para mejorar el aprendizaje y el rendimiento en la utilización de entornos informáticos complejos. Habitualmente la ayuda tiene como único fin mejorar el rendimiento del usuario, por ejemplo, en el Sistema de Ayuda Inteligente Aran o SAI Aran, se plantea que la asistencia debe tener también un propósito educativo. Si el usuario mejora su conocimiento sobre la aplicación su necesidad de ayuda decrecerá con el tiempo. Un punto clave de los SAI es el énfasis que se hace en la adaptación de la ayuda proporcionada a las necesidades y los conocimientos específicos de cada usuario [6] y [7].

Por otra parte, el modelo de usuario del SAI Aran, es un modelo individual y dinámico basado en *estereotipos*; el modelado mediante estereotipos se basa en la identificación de grupos de usuarios que tengan ciertas características homogéneas respecto al uso de la aplicación. Para cada estereotipo se identifican un pequeño número de características claves que permiten al sistema identificar si un usuario se puede clasificar o no dentro de un determinado grupo. De esta forma, a un usuario concreto se le pueden aplicar uno o varios estereotipos [8] y [9].

Los sistemas de ayuda adaptativos usan prin-

principalmente dos enfoques para adaptar la información de ayuda a los distintos requisitos de los diferentes usuarios. El primer enfoque es inferir el conocimiento del usuario mediante la observación de la interacción del usuario con el sistema de ayuda y el segundo enfoque es considerar la situación real de un usuario a través de un plan de reconocimiento. Dentro de estos sistemas de ayuda adaptativa se encuentran KNOPE [10], que infiere el conocimiento de los usuarios los clasifica a partir de datos sociodemográficos; y PUSH, que utilizan reconocimiento de planes para inferir el plan real o información objetivo del usuario [1].

KNOPE es el componente de modelado de usuario del consultor Unix, un sistema de lenguaje natural de ayuda que genera explicaciones para funciones UNIX. Este componente utiliza las preguntas del usuario como datos de entrada para calcular la probabilidad de que el usuario pertenezca a uno de los cuatro estereotipos globales [10]. Con el modelo de usuario y la dificultad de un concepto, el sistema deduce la probabilidad de cuanto el usuario sabe acerca de un elemento del sistema. La adaptación ocurre a través de la salida de la versión de un tema de ayuda correspondiente al estereotipo más probable [10].

PUSH es una herramienta sensitiva de ayuda-hipermedia para el usuario [11], que se adapta a la meta de información del usuario. Utiliza un modelo de términos cortos para el objetivo de la información actual del usuario. Cada elemento de ayuda consta de diferentes componentes que apoyan al usuario de diversas maneras, dependiendo de la meta de información el contenido de un elemento de ayuda está adaptado a través de la acción de mostrar u ocultar componentes específicos [11].

Otro ejemplo de sistemas de ayuda adaptativos es AdaptHelp [1], que trata de combinar los diferentes enfoques presentados anteriormente mediante el uso de métodos de reconocimiento de planes para inferir el conocimiento de los procedimientos del usuario teniendo en cuenta las especialidades del entorno web.

Otro trabajo relevante es [18] que propone el uso de agentes evolutivos y tecnologías de habla para el desarrollo de sistemas; su objetivo es crear agentes que hablen en un ambiente colaborativo. Ese trabajo se enfoca en los algoritmos genéticos para crear una población de agentes inteligentes y un modelo de redes neuronales para la representación del conocimiento.

Con relación al uso de Agentes en [20] los autores proponen un esquema basado en un modelo de aprendiz (educando), el cual está en directa relación con un *agente mentor* que regula la interacción con el educando (y sus acciones) y los demás *agentes (agentes guía)*; la idea básica es reflejar un esquema en una base de datos, que permita el seguimiento de las actividades que realiza el educando, de esta manera el agente provee acciones que facultan en el educando un mejor desarrollo de sus procesos.

Finalmente, en [21] se propone un enfoque en el que se plantea el uso de *Agentes Inteligentes* que retienen los fundamentos arquitecturales de un sistema. La arquitectura basada en *Agentes* para una interfaz adaptativa, cobra relevancia, considerando de gran importancia los siguientes aspectos: Componentes de entrada, componentes de tratamiento, administradores de diálogos, agentes BDI, Agentes de recursos, Agente media y Agente coordinador.

Como se observa en la revisión de literatura, La tecnología de Agentes, se convierte en un campo que mejora considerablemente la interacción cognitiva de los usuarios en un sistema, pues brinda la posibilidad de crear tutores inteligentes que hagan un seguimiento más puntual a los usuarios y su desempeño en la interfaz, donde en el campo en el que se desenvuelven convergen una serie de disciplinas, entre las que se destacan: la computación, la pedagogía, la ciencias cognitivas, redes, animación y diseño.

3. MODELO PROPUESTO

En este apartado se explicará de manera sucinta el desarrollo del modelo propuesto en el marco del proyecto de grado denominado “Herramienta para proveer ayudas adaptativas en ambientes e-learning utilizando agentes software”.

Es importante destacar que dentro de los Agentes Software se destacan los Sistemas Multiagentes (MAS, por sus siglas en inglés) que son un conjunto de agentes autónomos, generalmente heterogéneos y potencialmente independientes, que trabajan en común para resolver un problema. Los Agentes se caracterizan por ser capaces de tomar la iniciativa, de compartir conocimiento, de cooperar y negociar; y ser capaces de comprometerse con metas comunes [12] y [13].

Para el desarrollo del presente modelo de sistema multiagente se utilizó la metodología INGENIAS, que concibe el MAS como la representación computacional de un conjunto de modelos [14]. Cada uno de estos modelos muestra una visión parcial del MAS, los agentes que lo componen, las interacciones que existen entre ellos, cómo se organizan para proporcionar la funcionalidad del sistema y cómo es el entorno en el que se ubica.

INGENIAS emplea cinco modelos principales para describir el sistema multiagente. Estos modelos son: Modelo de Agentes, Modelo de Interacciones, Modelo de Tareas y Objetivos, Modelo de Organización y Modelo de Entorno.

El Modelo Multiagente propuesto se integró con la plataforma Lingweb “Ambiente Virtual para el aprendizaje de Idiomas”, plataforma que brinda un entorno de trabajo para profesores y estudiantes para la enseñanza y aprendizaje de idiomas. Lingweb además de ofrecer funcionalidades básicas de un sistema e-learning, también cuenta con herramientas para el procesamiento lingüístico como son el editor avanzado y las plantillas de escritura con ayudante pedagógico, que otras plataformas no tienen y que la definen como un ambiente

propicio para el desarrollo de habilidades en el estudio de un segundo idioma [5].

Para el diseño del modelo fue necesario establecer el tipo de ayudas que se ofrecerían [15], estas se muestran en la Tabla 1 en donde se ve la relación entre el perfil de usuario del modelo y las ayudas. Se han marcado con una ‘X’ las ayudas que recibirá cada usuario dependiendo de su perfil. Aunque Lingweb cuenta con los perfiles de usuario administrador, docente y estudiante, para el modelo multiagente se estableció un segundo perfil que representa el nivel de conocimiento del usuario sobre la plataforma, estos son: Usuario Básico, Usuario Intermedio y Usuario Avanzado.

Esa categorización de los usuarios en los tres niveles se hace por medio del uso de un algoritmo que permite analizar la relación entre los datos sociodemográficos de los usuarios y la frecuencia de uso de las herramientas del sistema [22], el presente artículo se centra en explicar el modelo multiagente y se asume que se ha hecho la categorización previa de los usuarios en esos tres niveles.

Tabla 1. Tipos de ayudas del modelo

PERFIL DE USUARIO	TIPOS DE AYUDA			
	Contextuales	Orientadas a Tareas	Referencia	Sugerencias o Consejos
	Manual de usuario Botones de comando ayuda Mensajes de la barra de estado Tooltip	Comando ¿Qué es esto?	Ventanas con la ayuda sobre el formulario de creación de cursos	Comando ¿Sabías Qué?
Usuario Básico	X	X	X	X
Usuario Intermedio	X	X	X	
Usuario Avanzado	X		X	

También fue necesario establecer el enfoque de asignación de la ayuda. Este enfoque se caracteriza por inferir sobre el conocimiento del usuario mediante la observación de su interacción con el sistema, de esta manera, ofrecer las distintas ayudas. La observación se hace a través del monitoreo de usuarios que consiste en hacer un seguimiento de los eventos que representa una acción del usuario en la plataforma, por ejemplo, los eventos del mouse sobre los iconos y botones, y los eventos en los formularios a través de las acciones dadas en los campos de texto que contiene la interfaz gráfica.

3.1 Métodos de monitoreo de usuario y asignación de ayuda

Para llevar a cabo el enfoque de ayuda descrito anteriormente, se definió un método de monitoreo del usuario y un método de asignación de ayudas. Es preciso aclarar que las ayudas ofrecidas por el modelo como respuesta al monitoreo de las acciones del usuario son: Ayuda Orientada a Tareas, Ayuda por Referencia y Ayuda Orientada a Sugerencias o Consejos.

El **método de monitoreo** consiste en monitorear todos los eventos que representa una acción del usuario en la plataforma. Se hace a través del seguimiento de los eventos del mouse sobre los iconos y botones, y los eventos en los formularios a través de los eventos sobre los campos de texto que contiene la interfaz gráfica. Este proceso se hace por parte de los agentes monitor, ayuda y pasarela que son descritos más adelante.

Este método funciona en cinco posibles casos de los eventos de los usuarios: clic o doble clic en los iconos o enlaces; clic derecho en los enlaces; clic en los botones de un formulario, en especial el icono de ayuda de los campos de texto; y por último en caso de que no se recibían de eventos del usuario clic en los campos de texto de un formulario.

El método captura el tipo de evento -ID del usuario- la hora en que se realizó y el elemento sobre el cual se dio el evento. Luego construye un mensaje con estos datos y se envía al

Agente Monitor para que éste se encargue de almacenarlo en la base de datos o de solicitar ayuda al Agente Ayuda.

Para el caso en el que no se reciban eventos del usuario, el Agente Monitor tiene un tiempo determinado para cada tipo de usuario. Una vez se cumpla ese tiempo el Agente Monitor revisa la base de datos para ver qué usuarios ya sobrepasaron ese tiempo y una vez tenga su ID y el último evento que realizó, le pide ayuda al Agente Ayuda para este usuario.

El **método de asignación** de la ayuda consiste en asignar a un usuario la ayuda en función del evento que ocurra. El Agente Ayuda recibe el mensaje de parte del Agente Monitor lo procesa y, dependiendo del evento, asigna la ayuda y la crea para enviársela al Agente Pasarela quien es el encargado de mostrársela al usuario. En la Tabla 2 se presenta el tipo de ayuda que se ofrece a los usuarios de acuerdo con el evento.

Tabla 2. Tipos de ayudas de acuerdo con el evento

TIPO USUARIO	EVENTO	AYUDA
Básico Intermedio	Clic derecho en enlaces	¿Sabías qué?
Básico Intermedio	Clic derecho en enlaces (varias veces)	¿Qué es esto?
Básico Intermedio Avanzado	Clic en botones de formulario	Ventanas de ayuda

3.2 Modelo Multiagente

A partir de los modelos de la metodología IN-GENIAS se diseñó el sistema multiagente, estos modelos son:

3.2.1 Modelo de Objetivos

Este Modelo refleja los objetivos que debe cumplir el Sistema Multiagente. En la Figura 1 se presentan el objetivo general y en la Figura 2 y 3 los subobjetivos. Se identifican los objetivos claves del Modelo como lo son el

monitoreo de las acciones de los usuarios y la presentación de la ayuda.

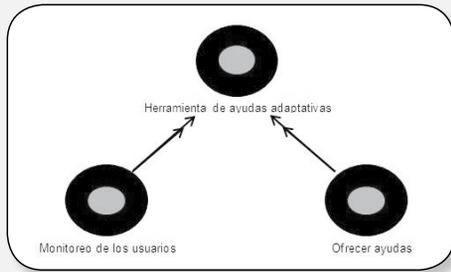


Figura 1. Modelo de objetivo general

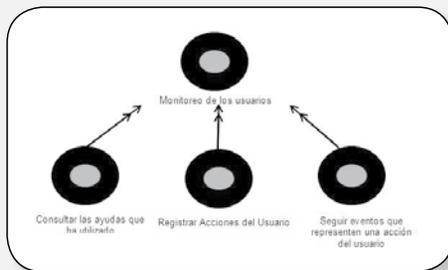


Figura 2. Modelo de Sub-objetivo Monitorear Usuarios

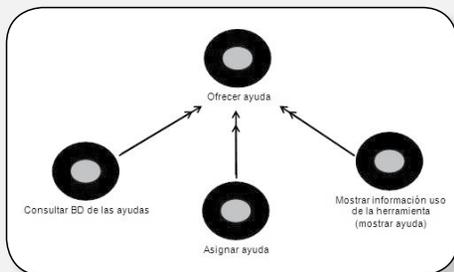


Figura 3. Modelo de Sub-objetivo Mostrar Ayuda

3.2.2 Modelo de Agentes

Este Modelo describe cómo son los agentes y los objetivos asociados a ellos. En particular describe su funcionalidad, la asignación de los roles que juega y las tareas que deberán ejecutar. En la Figura 4 y 5 se muestra el Modelo del Agente Ayuda y el Agente Monitor.

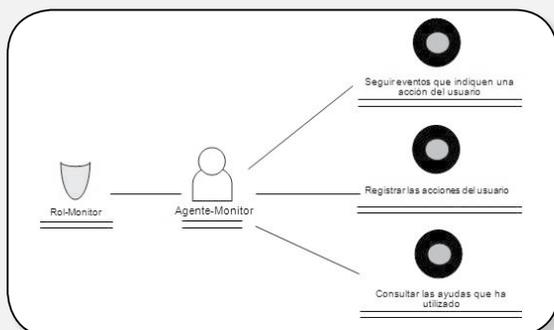


Figura 4. Detalle del Modelo de Agentes Monitor

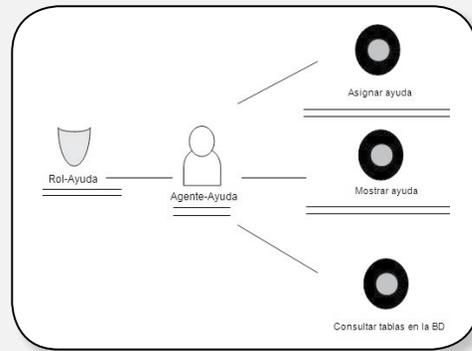


Figura 5. Detalle del Modelo de Agentes Ayuda

En la Tabla 3 se describen las responsabilidades de los agentes con el fin de dar mayor claridad de sus funcionalidades

Tabla 3. Responsabilidades de los agentes

AGENTE	RESPONSABILIDAD	DESCRIPCIÓN
Pasarela (agente controlador)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Comunicar servlets con agentes. 2. Crear agentes 3. Eliminar agentes 	<p>Este agente es el encargado de comunicar los servlets con el sistema multiagente, cualquier tipo de información o petición que se desee enviar u obtener de algún agente en especial o de varios agentes debe pasar a través del agente pasarela.</p> <p>Crear el agente monitor y un agente ayuda una vez ingresa un usuario al sistema y lo destruye o elimina una vez sale del mismo.</p>
Monitor	<p>Seguir eventos que indiquen una acción de un usuario. (seguir eventos del mouse, monitorear los campos de los formularios). Consultar tablas de ayudas que ha utilizado.</p>	<p>Este agente tiene la finalidad de monitorear los movimientos de los usuarios para saber qué está haciendo en determinado momento y de acuerdo a lo que están haciendo comunicárselo al agente ayuda.</p>
Ayuda	<p>Consultar tablas en la Base de Datos. Asignar ayuda. Mostrar ayuda (mostrar información del uso de la herramienta).</p>	<p>Este agente tiene la finalidad de ofrecer la ayuda, el agente monitor le envía mensajes sobre lo que está haciendo el usuario en determinado momento y de acuerdo a lo que están haciendo muestra la ayuda.</p>

3.2.3 Modelo de Organización

El Modelo de Organización es comparable a la estructura del Sistema de Agentes. En él se ofrece una visión de las relaciones existentes entre las entidades activas (agentes y roles), las pasivas (aplicaciones y recursos) y los

elementos que proporcionan la funcionalidad del sistema (flujos de trabajo y tareas). La Figura 6 muestra el modelo de organización

de Lingweb al que se le adicionó los nuevos agentes del modelo propuesto.

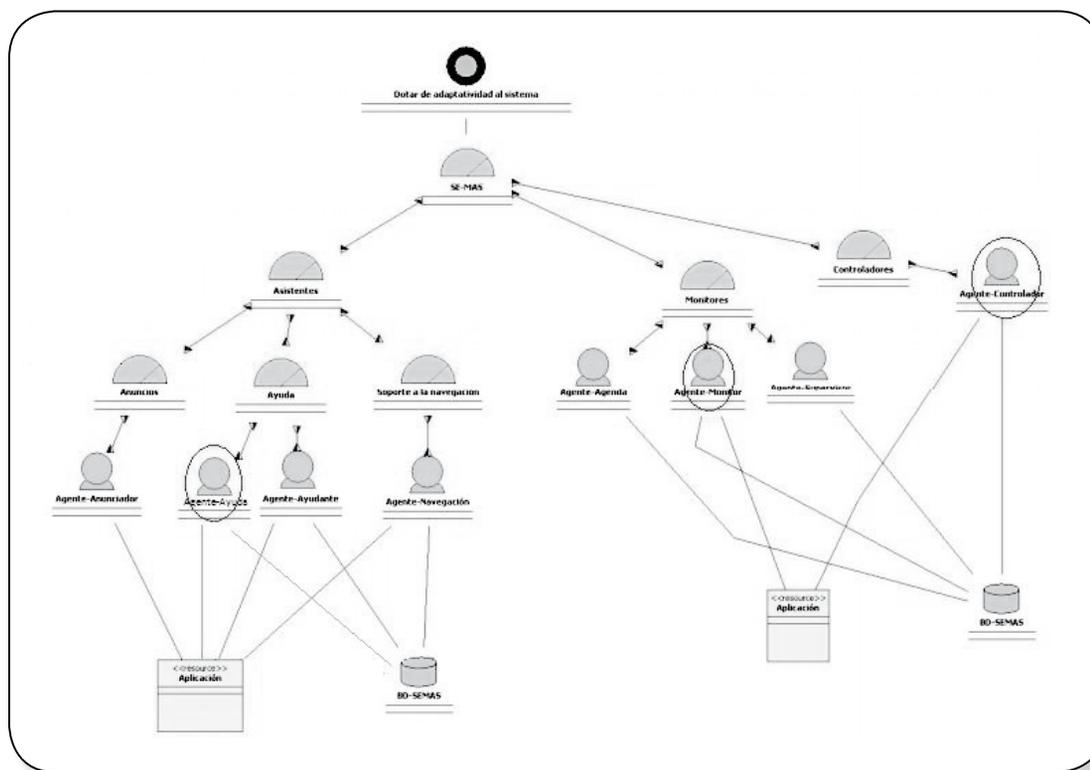


Figura 6. Modelo de organización

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El Modelo Multiagente se implementó sobre el perfil profesor en una versión de prueba de Lingweb. Se estableció el segundo perfil de usuario de acuerdo con el conocimiento sobre Lingweb dando la clasificación de usuario básico, intermedio y avanzado para así ofrecer las respectivas ayudas. Inicialmente, estas ayudas sólo se desarrollaron para el formulario de creación de curso, los demás formularios no se tuvieron en cuenta por la magnitud de Lingweb y el tiempo del desarrollo del proyecto.

A partir de esta implementación se obtuvo el prototipo de ayudas adaptativas que se integró al Sistema Multiagentes de Lingweb y que permite la asignación de las ayudas y el moni-

toreo de los usuarios, tomando en cuenta sus características de acuerdo con su perfil y su interacción con el aplicación.

Se realizaron pruebas unitarias y de integración. Estas se llevaron a cabo en el ambiente de desarrollo en un entorno local. Se utilizaron listas de chequeo para la verificación de los requisitos definidos y se obtuvieron resultados favorables sobre el comportamiento del prototipo de acuerdo con los métodos de monitoreo y asignación de ayudas [16]. Imágenes de ejemplo sobre la implementación del prototipo se presentan desde las Figuras 7 a la 10.

Este prototipo constituye un primer acercamiento para incorporar ayudas adaptativas a la plataforma Lingweb, se espera que este modelo pueda ser implementado en la versión de producción de Lingweb.

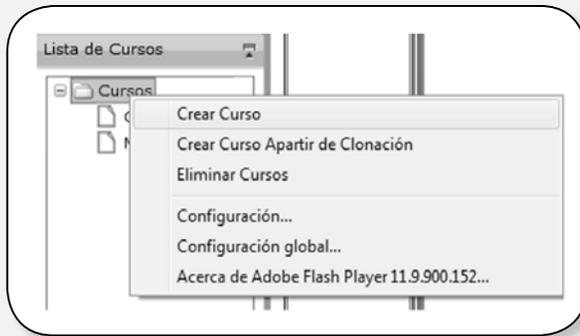


Figura 7. Opción de crear cursos de Lingweb

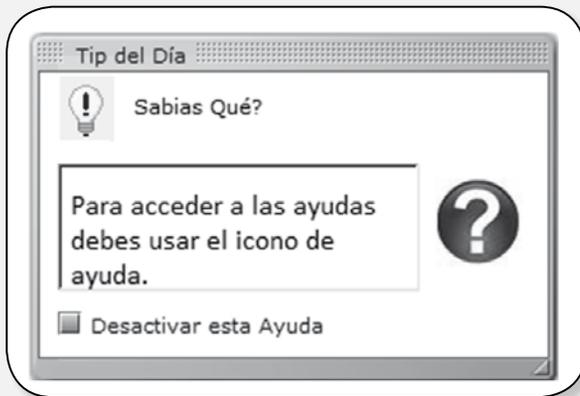


Figura 8. Ayuda ¿Sabías qué?, creada por el agente ayuda

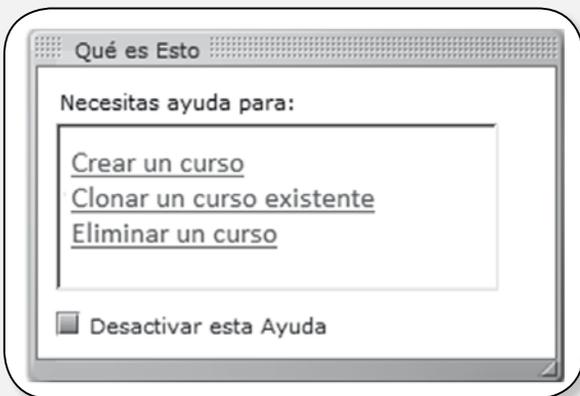


Figura 9. Ayuda comando ¿Qué es esto?, creada por el agente ayuda

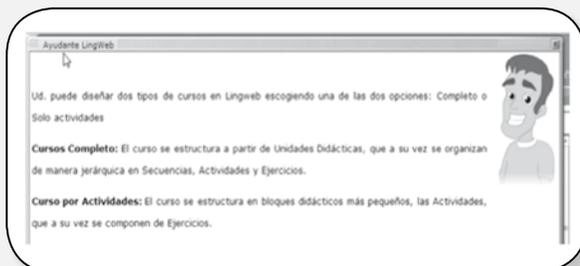


Figura 10. Ayuda contextual ayudante creada por el agente ayuda

5. CONCLUSIONES

Este trabajo contribuye al campo de las plataformas virtuales apoyando a los usuarios a través del mejoramiento del sistema de ayuda. La implementación del modelo propuesto podría reducir costos y tiempos que los estudiantes de estas plataformas invierten en aprender a utilizarlas.

Por otra parte, proveer ayudas adaptativas, en cierta medida, puede minimizar la curva de aprendizaje de los usuarios respecto a la interacción con las plataformas, lo que repercute directamente en el uso, ya que los usuarios tendrán mayor tiempo para realizar tareas más complejas que demanden procesos cognitivos más elaborados.

Con este proyecto también se busca motivar a los usuarios a usar plataformas de educación virtual, mejorando la interacción con las ayudas que brindan estos sistemas.

El modelo propuesto puede servir de guía para el desarrollo de sistemas de ayudas para otras plataformas e-learning donde el enfoque empleado consista en inferir el conocimiento del usuario mediante la observación de su interacción con el sistema haciendo monitoreo de sus acciones.

6. REFERENCIAS

- [1] D. Iglesias, Adaptive Help Web based Applications. Adaptive Hypermedia and Adaptive Web Based System. Third International Conference. 2004, pp. 304–307, 2010.
- [2] L. Machuca y P. Rodríguez, “Arquitectura multiagente para un sistema e-learning centrado en la enseñanza de idiomas.”, En Sánchez (Ed.): Nuevas Ideas en Informática Educativa. Volumen 5, pp 83-91. Santiago de Chile, 2009.
- [3] L. Machuca, “Arquitectura multiagente para sistemas e-learning centrados en

- la enseñanza de idiomas (se-mas)", Tesis MsC, Escuela de Ingeniería de Sistemas y Computación, Universidad del Valle, Santiago de Cali, Colombia, 2010.
- [4] J. Aricapa y J. Puentes, "Ambiente virtual basado en una arquitectura multiagente para sistemas e-learning centrados en la enseñanza de idiomas (se-mas)", Tesis Pregrado, Escuela de Ingeniería de Sistemas y Computación, Universidad del Valle, Santiago de Cali, Colombia, 2009.
- [5] L. Machuca y P. Rodríguez, "Experiences in developing an e-learning system for language learning and teaching", En IEEE Computing Congress (CCC), Colombia 2011.
- [6] J. Breuker, EUROHELP: developing intelligent help systems: report on the P280 ESPRIT Project EUROHELP. Copenhagen, EC. 1990.
- [7] R. Winkels, Explorations in Intelligent Tutoring and Help. IOS Press, Amsterdam. 1992.
- [8] G. Kearsley, "Online Help System: Design and Implementation", Ablex Publishing Corporation, Norwood, New Jersey, USA, 1988.
- [9] M. Fernández, "Sistemas de ayuda inteligente para entornos informáticos complejos". Inteligencia Artificial, Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial. No.12, pp. 59-67, 2001. [Online]. Artículo disponible: <http://www.fdi.ucm.es/profesor/balta/publicaciones/RIIAbalta.pdf>.
- [10] D.Chin, "KNOME: Modeling What the User Knows. In User Models in Dialog System, A. Kobsa y W. Wahlster, Ed. Heidelberg: Springer, 1989.
- [11] K. Höök, "A Glass Box Approach to Adaptive Hypermedia". PhD tesis, Stockholm University, Swedish Institute of Computer Science, 1996.
- [12] A. Mas, Agentes Software y Sistemas Multi-Agente: Conceptos, Arquitecturas y Aplicaciones. Edición Pearson Prentice Hall, Madrid, ISBN 84-205-4367-5. 2005.
- [13] C. Peña, J. Marzo, J. Lluís de la Rosa y R. Fabregat, "Un sistema de tutoría inteligente adaptativo considerando estilos de aprendizaje". Universitat de Girona, España. Mayo 22, 2002. [Online]. Artículo disponible: <http://lsm.dei.uc.pt/ribie/docfiles/txt2003731175943paper-020.pdf>.
- [14] J. Pavon, J. Gomez-Sanz y R. Fuentes, The INGENIAS Methodology and Tools. In B. Henderson-Sellers, & P. Giorgini (Eds.) *Agent-Oriented Methodologies* (pp. 236-276). Hershey, PA: Idea Group Publishing. 2005.
- [15] W. Galitz, "The essential Guide to User Interface Design: An Introduction to GUI Principles and Techniques", 3ra edición, Wiley Publishing Inc, pp: 606-623. 2007.
- [16] L. Peñaranda, Herramienta para proveer ayudas adaptativas en ambientes e-learning utilizando agentes software. Tesis Pregrado, Escuela de Ingeniería de Sistemas y Computación, Universidad del Valle, Tulúa, Colombia, 2013.
- [17] J. Reyes & A. Libreros (2011). Integral evaluation method of usability for e-learning systems. Revista Educación en Ingeniería ACOFI, 12, 69-79.
- [18] T. Moisa, A. Dediu y D. Ontanu, «Conversational System Based on Evolutionary Agents.» IEEE, 2000.
- [19] V. Alvarez-Cortés, V. Zárate-Silva (2007). Current Trends in Adaptive User Interfaces: Challenges and Applications. Electronics, Robotics and Automotive Mechanics Conference, 2007. CERMA 2007.Pags 312 -317. IEEE
- [20] F. Shihong, W. Jiancheng, H. Jinkui, Shunqing, L. (2006). Customization

Oriented Heuristic User Interface Design. IEEE

- [21] N. Taghezout, A. Adla, (2008). Proposal For an Adaptive User Interface Design: A Hybrid Approach: IDSS and BDI Agents, Application to the Boiler Combustion Management System (GLZ) . Advanced Software Engineering & Its Applications. IEEE págs 91-94

- [22] J. Reyes & P. Rodríguez, “Pautas para la creación de ayudas de usuario para entornos e- learning” Iv Congreso Iberoamericano Soporte Al Conocimiento Con Tecnología Socote 2012. Las Tic Herramientas Clave Para La Innovación Y El Crecimiento Sostenible . En: Colombia ISBN: 978-958-8506-28-9 ed: Upb Universidad Pontificia Bolivariana , v. , p.33, 2012