

Extensión de un chatterbot con técnicas de Realidad Aumentada, Búsqueda de Contenidos Dinámicos y Gestión de Agentes

Néstor Darío Duque Méndez, Valentina Botero Hincapié, Daniel Eduardo Medellín Moncada, Jheimer Julián Sepúlveda López, Emilcy Juliana Hernández Leal, Mauricio Giraldo Ocampo, Luis Miguel Casallas Tabares, Sebastián Díaz Restrepo, Andrés Felipe Ruíz Cardozo

Extensión de un chatterbot con técnicas de Realidad Aumentada, Búsqueda de Contenidos Dinámicos y Gestión de Agentes

Néstor Darío Duque Méndez¹, Semillero de Investigación en Agentes Inteligentes-Grupo de Ambientes Inteligentes Adaptativos GAIA²:Valentina Botero Hincapié, Daniel Eduardo Medellín Moncada, Jheimer Julián Sepúlveda López, Emilcy Juliana Hernández Leal, Mauricio Giraldo Ocampo, Luis Miguel Casallas Tabares, Sebastián Díaz Restrepo, Andrés Felipe Ruiz Cardozo

^{1,2}Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales, Colombia

^{1,2}{ndduqueme, gaia_man}@unal.edu.co

Abstract. The Artificial Intelligence techniques have been used in a representative number of systems in the academic context; in the next sections of this article it is presented a multi-agent system which was developed as an interactive chat platform to support the virtual education process on e-learning environments. The chat has been developed gathering different technologies: content and elements of Augmented Reality, searching procedures in LOR (Learning Objects Repositories) and a framework to manage the agents and their knowledge.

Keywords: Agentes Inteligentes, Realidad Aumentada, Repositorio de Objetos de Aprendizaje, Educación Virtual, Chatterbot, Framework.

1. Introducción

Con el surgimiento de las redes informáticas y la masificación de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) en general, se han presentado continuos cambios en los procesos de diferentes ámbitos que han propiciado el surgimiento de nuevos paradigmas; la educación no ha sido ajena y está en continua transformación e innovación del proceso de enseñanza/aprendizaje [1] [2]. Estos acontecimientos permiten incorporar en la educación virtual, factores como la adaptación, la accesibilidad y la flexibilidad tanto de los contenidos como de las estrategias y actividades empleadas.

Con el objetivo de lograr una armonía en el proceso de aprendizaje virtual, se han empleado técnicas de Inteligencia Artificial (IA), que ayudan a superar los inconvenientes

presentados en la educación tradicional, específicamente las limitantes espacio-temporales y de contenidos diseñados para un único estilo de aprendizaje.

En este artículo se muestra la aplicación de algunas técnicas de IA, en particular los Sistemas de Agentes Inteligentes Compañeros y la Realidad Aumentada (RA), que se integran en el desarrollo de una plataforma de chat, donde los Agentes Inteligentes actúan como tutores o compañeros de curso emulando los comportamientos (personalidad) y relaciones (socialización) humanas, resolviendo dudas e inquietudes sobre un tema en particular utilizando contenidos interactivos con RA, recomendando objetos de aprendizaje o simplemente brindando una respuesta. Adicionalmente, la herramienta desarrollada consta de un Framework de Administración y Gestión que permite la creación e inclusión tanto de nuevos contenidos como de Agentes Compañeros por parte de un usuario no experimentado ni experto en programación.

El artículo se presenta en secciones distribuidas de la siguiente forma: la sección 2 expone los conceptos y el marco teórico sobre los que se construye el sistema. La sección 3 presenta la plataforma desarrollada. La sección 4 muestra los resultados de evaluación del sistema. Finalmente se presentan las conclusiones y trabajos futuros.

2. Técnicas de Inteligencia Artificial aplicadas

Un agente inteligente es definido por Hyacinth S. Nwana como “un componente de software o hardware capaz de actuar exactamente de acuerdo a tareas planteadas en nombre de los usuarios” [3]. Cuando los agentes se asocian e interactúan entre sí para cumplir un objetivo, forman una sociedad de agentes inteligentes llamada Sistema Multi-Agente [4].

Estos agentes inteligentes poseen características que les permiten emular comportamientos humanos entre las que se destacan la autonomía, las habilidades sociales, la cooperación, la coordinación, el control y la comunicación, cualidades que han facilitado el desarrollo del presente chatterbot [5][6].

En diversos ámbitos tanto empresariales como educativos se han incorporado los denominados chatterbots, entidades de software capaces de conversar con humanos en lenguaje natural [7] [8], realizando el papel de tutores para estudiantes, ayuda y soporte para clientes o referentes de información en distintas áreas.

Examinando el estado del arte respecto a los chatterbots utilizados en el proceso de enseñanza/aprendizaje se presentan en la Tabla 1 las características de algunos aplicados en educación.

Entre las diferentes técnicas empleadas en el desarrollo de contenidos educativos se ha utilizado la realidad aumentada, que a diferencia de la realidad virtual no reemplaza el

mundo real, sólo incluye elementos virtuales con los que se interactúa desde el mundo real [13]. Entre los diferentes trabajos se destacan algunos realizados por el MIT - Massachusetts Institute of Technology-, en particular, el proyecto Magic Book, un libro compuesto por marcadores enfocados en diferentes ejes temáticos y el proyecto AMIRE, un telescopio por medio del cual se enfoca un edificio y muestra información sobre este [14].

Tabla 3. Características de chatterbots en Educación

Chat	Ontología	Comunicación	Área	Características Adicionales
Dr. Pierre	Sí	Lenguaje Natural	Psiquiatría y Psicología	Intenciones y Personalidad
Charlie	Sí	Lenguaje Natural	Test	Comportamientos, Deseos e Intenciones
Lunmi	Sí	Lenguaje Natural	Revistas científicas electrónicas	Interfaz Interactiva
Elektra	No	Lenguaje Natural	Física y Redes de Computadores	Respuestas con imágenes
TQ-bot	No	Lenguaje Natural	Plataformas de educación virtual, sin enfoque específico	Adaptable a los contenidos de la plataforma de educación (Archivos Modulares) [9]
TutorBot	No	Lenguaje Natural	Profesor virtual sin enfoque específico	Auto aprendizaje, toma información de dominios web y la almacena en una base de datos local [10]
CSIEC	No	Lenguaje Natural	Inicialmente usado para practicar el idioma inglés, actualmente con diversidad de contenidos	Manejo de varios niveles de aprendizaje [11]

Adaptada del artículo SmartChat: A virtual Peer Agents based chatterbot for supporting educational processes [12].

Otro elemento utilizado y recomendado al diseñar contenidos educativos, son los Repositorios de Objetos de Aprendizajes (ROA). Un ROA es una base de datos electrónica que acomoda una colección de pequeñas unidades de información de tipo educativo o actividades, que pueden ser accedidas para su estudio y uso. En el ámbito educativo se han utilizado como elemento de las plataformas de e-learning y de recomendación de contenidos, por ejemplo, existe una Plataforma Web que contiene OA inteligentes y adaptativos a las necesidades del estudiante; la adaptación la realizan utilizando un Sistema Multi-Agente [15].

3. Estructura del Chatterbot

En el marco de la implementación de nuevas características al chatterbot Smartchat desarrollado y presentado por el Grupo de Investigación GAIA de la Universidad Nacional de Colombia[16], implementado bajo la premisa de superar las limitaciones espacio-temporales para actividades síncronas, donde se requiere de un tutor/profesor disponible online para llevarse a cabo [17], se incluyen en esta versión contenidos no sólo textuales, sino también elementos de Realidad Aumentada y capacidad de sugerir materiales como Objetos de Aprendizaje y Artículos Especializados.

Smartchat está dotado de unas entidades de software llamadas Agentes Inteligentes que cumpliendo el rol de compañeros de curso (con personalidad y conocimiento), responden dudas e inquietudes y entregan materiales sobre un tema particular.

Smartchat, posee algunas características en común con los chatterbots enunciados previamente, sin embargo, se destacan la independencia de los agentes y la base de conocimientos, el framework de administración y gestión de agentes y contenidos, el análisis semántico de la pregunta, la búsqueda y despliegue de contenidos de bases de datos externas y la inclusión de la técnica de Realidad Aumentada.

El chatterbot está compuesto por cuatro módulos que incluyen:

- Plataforma de Agentes Inteligentes Compañeros
- Base de Datos Especializada
- Framework de Administración de Agentes y Contenidos
- Contenidos

3.1 Plataforma de Agentes Inteligentes Compañeros

Para el diseño e implementación de los Agentes Inteligentes, se consideraron diferentes propuestas metodológicas. Finalmente, se optó por la implementación de algunos de los elementos de la metodología MASCommonKADS, que presenta ventajas en sistemas basados en conocimiento y ha demostrado efectividad en diferentes proyectos sobre Sistemas Multi-Agentes (SMA). Los modelos de la metodología desarrollados son el modelo de agentes, el modelo de tareas, el modelo de la experiencia, el modelo de la organización, el modelo de coordinación, el modelo de comunicación y el modelo de diseño.[18]

La implementación y la comunicación de los Agentes se han realizado utilizando el framework Jade -Java Agent DEvelopment- elegido tanto por la licencia LGPL como por la utilización de los estándares de comunicación entre agentes y la estabilidad en general del sistema.

Se han desarrollado tres clases de agentes: agente Semántico, agente Intermedio y agente Consulta. El Agente Semántico es el encargado de realizar el análisis del mensaje que recibe del usuario, también elimina caracteres especiales y palabras comunes de enlace que no son relevantes en la consulta. El Agente Intermedio cumple dos roles, el de asignar la consulta al agente respectivo, y el de contestar al usuario en caso que no exista el conocimiento. Finalmente, los Agentes de Consulta realizan el respectivo Query en la Base de Datos; si el conocimiento es encontrado, la respuesta es enviada al usuario, de lo contrario se realiza una búsqueda en medios externos.

3.2 Base de Datos

El Sistema Gestor de Base de Datos (SGBD) utilizado es MySQL, se ha elegido entre otros, por el código abierto, el soporte, la facilidad de instalación, configuración y administración. Cada Agente de Consulta tiene asociadas diferentes tablas que hacen referencia tanto a la personalidad como al conocimiento y la forma de respuesta. Con el objetivo de optimizar el almacenamiento y la búsqueda dentro de la base de datos se escogió entre los motores que provee el SGBD MySQL el engine por defecto MyISAM.

3.3 Framework de Administración

El chatterbot Smartchat presentaba características extensibles y modulares tanto para los Agentes Compañeros como para el conocimiento, sin embargo, la adición de nuevas

características requerían fundamentos avanzados en programación. Debido a lo anterior, se incluye un Framework web gráfico que fácilmente permite a los usuarios realizar la gestión y administración de agentes y contenidos.

3.4 Contenidos

Teniendo como referencia la teoría sobre las Inteligencias Múltiples de Howard Gardner [19], y algunas consideraciones sobre los diferentes estilos de aprendizaje como elemento imprescindible en la adaptación de cursos y contenidos virtuales [20], además de trabajos previos realizados por el Grupo de Investigación GAIA [16], para esta versión de Smartchat se incluyen diferentes modelos de visualización del conocimiento, que abarcan la tradicional respuesta textual de un chat, además de un modelo implementado de búsqueda automática y contenidos en Realidad Aumentada.

Las respuestas tradicionales son buscadas por los Agentes Inteligentes Compañeros en las tablas de la base de datos, el conocimiento asociado a la pregunta realizada por el usuario y dicha respuesta es mostrada en la ventana del chat.

La búsqueda automática de contenidos. consiste en la adquisición de información en las sitios web especializados, que le permitan a los estudiantes ampliar sus conocimientos. La búsqueda se realiza principalmente en dos tipos de recursos: Repositorios de Objetos de Aprendizaje (ROA) y Bases de datos especializadas. Teniendo como base trabajos previos sobre el acceso a OA [21], los repositorios que se consultan son Merlot [22], Gateway [23] y Federação de Re却itórios Educa Brasil (FEB) [24].

Respecto a las Bases de Datos especializadas, se ha implementado la búsqueda usando el motor de Google Académico, el cual permite buscar bibliografía especializada en diferentes disciplinas y fuentes como, por ejemplo, estudios revisados por especialistas, tesis, libros, resúmenes y artículos de fuentes como editoriales académicas, sociedades profesionales, depósitos de impresiones preliminares, universidades y otras organizaciones académicas [25].

Para realizar la búsqueda se utilizó la Interfaz de Programación de Aplicaciones (API) de Google llamada “Motor de Búsqueda Personalizado” facilitando el desarrollo y la adaptación de las búsquedas para los recursos enunciados [26].

Los contenidos que se activan por medio de Realidad Aumentada, son básicamente animaciones o imágenes, diseñados con el objetivo de transmitir conocimiento de forma interactiva, abarcando diferentes estilos de aprendizaje y captando la atención de los

usuarios de formas no tradicionales, generando así, un impacto donde el conocimiento pueda ser interiorizado de forma más efectiva. Para el desarrollo del módulo de Realidad Aumentada se utilizó como base un trabajo realizado como apoyo al aprendizaje de Redes de Datos pero extensible a diferentes áreas del conocimiento [27], utilizando la librería FLARToolkit compatible con Adobe Flash y Action Script 3 y desarrollado bajo la licencia GPL para uso no comercial, que incluye, entre otras características, la orientación a web, la facilidad del uso de la API, la inclusión de algoritmos computacionales para los cálculos de posición y reconocimiento de los marcadores en el mundo 3D [28]. El funcionamiento de la técnica consiste en la identificación de un marcador que sirve de guía para posicionar, renderizar y escalar el elemento a mostrar, para el caso, hace referencia al contenido diseñado para dar a entender un concepto específico al estudiante. En la Fig. 1 se despliega la arquitectura del chatterbot: La plataforma se ejecuta sobre un sistema operativo (Windows o Linux) en el cual se instancia el Servidor (Apache Tomcat). Las tecnologías y lenguajes necesarios para el funcionamiento del sistema son Java, PHP, JSP, HTML, Ajax y ActionScript, fundamentales para la ejecución de los programas Jade, MySQL, ARToolkit y Joomla.

La plataforma consta de una Interfaz Web que puede ser accedida por un usuario a través del navegador. Una vez ejecutado el sistema, dependiendo del rol, hay dos opciones: el acceso al chatterbot (Sistema Multi-Agente) y al Framework de Gestión. Los Agentes Inteligentes Compañeros cuando reciben una petición pueden acceder a los diferentes recursos: Base de Datos, Contenidos de Realidad Aumentada, Repositorios de Objetos de Aprendizaje o Bases de Datos Especializadas en Internet.

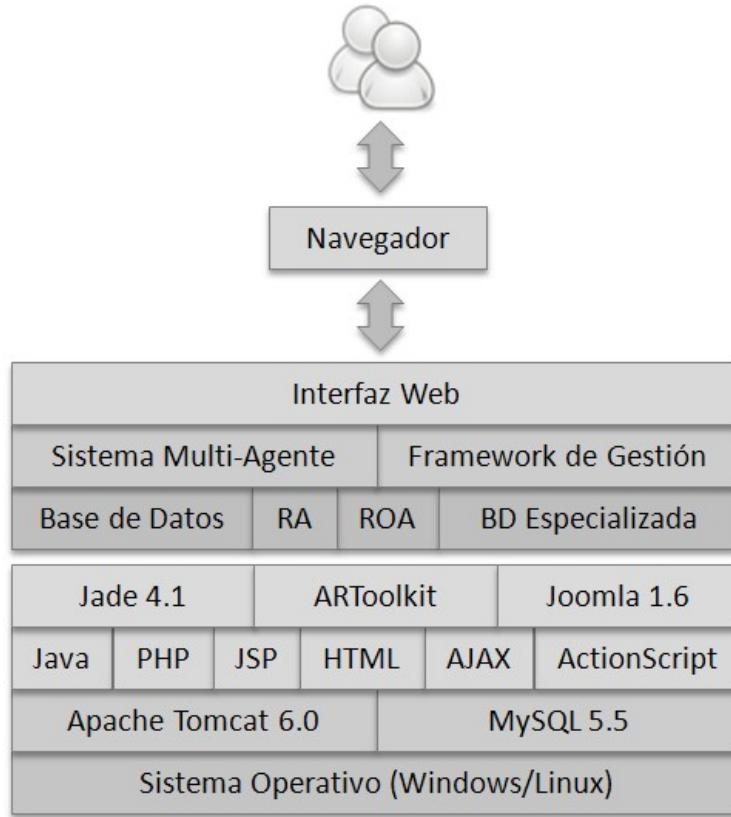


Fig. 2. Arquitectura del Chatterbot

El proceso de comunicación de la plataforma Smartchat se muestra en la Fig. 2, donde un usuario a través de un navegador envía un mensaje recibido por el agente Gateway y transmitido hacia el agente semántico para su segmentación y clasificación lingüística, posteriormente usando una ontología se envía dicha clasificación al Agente Intermedio, el cual, estructura la consulta y la envía a otro agente, este lo personaliza, adapta y realiza; si la consulta es exitosa, es mostrada al usuario, de lo contrario se envía a otro agente. Cuando todos los agentes han evaluado la pregunta sin obtener respuesta con éxito, se envía un NACK al intermedio, quien notifica al agente Gateway para realizar la búsqueda y el despliegue de los contenidos obtenidos en medios externos como ROA y Google Académico.

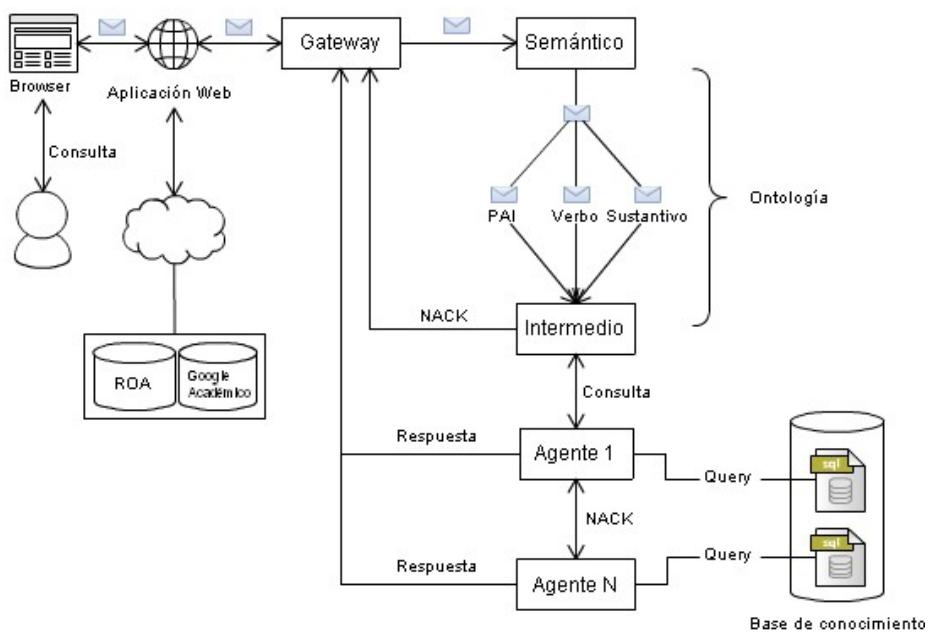


Fig. 3. Proceso de Comunicación de Smartchat (PAI: Pronombres y Adverbios Interrogativos)

La Fig. 4, muestra la interfaz de la plataforma en funcionamiento:



Fig. 4. Plataforma Smartchat

4. Evaluación y Pruebas

Smartchat ha sido probado, experimentado y evaluado por estudiantes del programa de pregrado Administración de Sistemas Informáticos de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales. Los estudiantes que realizaron la evaluación fueron seleccionados teniendo como requisito haber cursado o estar cursando la asignatura Sistemas Operativos, con el fin de evaluar en forma más eficaz y real la coincidencia temática.

El proceso consistió en seleccionar 23 estudiantes; cada uno realizó 12 preguntas que incluían consultas académicas temáticas y preguntas sobre información de los agentes (gustos, procedencia, edad). Para cada respuesta interna, es decir, de la Base de Datos del chat, se debían evaluar tres criterios en un rango de 1-5, siendo 1 el puntaje mínimo y 5 el puntaje máximo:

1. Personalidad de los Agentes: Identidad y carácter de emulación humana.
2. Coherencia de la respuesta: Grado de relación pregunta vs respuesta.
3. Contenido de la respuesta: Calidad de la información presentada.

Para cada consulta externa que el chat realizara, los estudiantes debían evaluar y calificar el grado de relación de la pregunta vs el contenido proporcionado en un rango de 1-5, siendo 1 el puntaje mínimo y 5 el puntaje máximo.

La Tabla 2 presenta los resultados obtenidos de la evaluación; cada intersección contiene el número de preguntas evaluadas por los estudiantes en ese concepto con esa calificación.

Tabla 4. Resultados calificación Pregunta vs Respuesta

Criterio	Evaluación	1	2	3	4	5	
Personalidad (1)		17	13	38	42	105	
Coherencia (2)		10	26	45	58	76	
Contenido (3)		41	11	13	51	99	
Número Preguntas Internas						215	
Consulta Externa		7	12	9	15	18	
Número Preguntas Externas						61	
Total Estudiantes		23					
Total Preguntas		276					

De los resultados obtenidos se destacan en un rango alto dos de los criterios evaluados: la Personalidad y el Contenido de las Respuestas con aproximadamente 70% entre las calificaciones 4-5. También se resalta la Coherencia de la respuesta presentada respecto a la pregunta realizada con un 60%.

En relación a los contenidos externos recomendados, el sistema obtuvo una favorabilidad del 54%, es decir, de 61 respuestas buscadas externamente, 33 fueron evaluadas por los usuarios como de buena calidad y coherentes.

Adicional a la experiencia de interacción con el chat, se han realizado pruebas al Framework de Gestión y Administración con 9 personas participantes sin conocimiento de programación o desarrollo de software. La evaluación consistía en la creación, modificación y eliminación tanto de agentes como de conocimiento. Al final de las pruebas, todos describieron la plataforma como novedosa y fácilmente administrable.

4. Conclusiones y Trabajos Futuros

La integración de diferentes técnicas de Inteligencia Artificial en un mismo sistema de apoyo educativo, permite mejorar el aprovechamiento de sus potencialidades, así como brindar a los usuarios mejores condiciones para apropiarse de los contenidos de acuerdo a sus estilos de aprendizaje.

Es posible construir una plataforma modular que permita la interacción de los estudiantes con sistemas autónomos -Agentes Inteligentes- por medio de los cuales, aumenten la experiencia de aprendizaje a través de contenidos estáticos y multimedia.

La inclusión de herramientas gráficas de administración, personalización y gestión de aplicaciones de software, se convierte en un factor potenciador, cuando los usuarios de estas, poseen pocos conocimientos en programación.

Como trabajos futuros, se propone la implementación de Realidad Aumentada con Markerless, es decir, el cambio de los tradicionales marcadores a base de cuadros blancos y negros, por la identificación de diferentes estructuras y objetos. Además se plantea la extensión del software para lograr la interacción de varios usuarios humanos (estudiantes, compañeros, tutores y profesores) con los agentes inteligentes, en una misma sala de chat.

Finalmente, se deja abierta la opción de aplicación de técnicas como la minería de datos sobre preguntas, respuestas y otra información del estudiante, con el fin de construir un perfil psicológico y académico, que a través de otras técnicas de Inteligencia Artificial, facilite y permita el despliegue de contenidos adaptativos de acuerdo tanto a la personalidad como objetivos y preferencias del estudiante.

Referencias

1. Salinas, J.: Enseñanza flexible, aprendizaje abierto. Las redes como herramientas para formación. Revista Electrónica de Tecnología Educativa -EDUTEC-e-. <http://edutec.rediris.es/Revelec2/Revelec10/revelec10.html>. (1999)
2. Lewis, R., Spencer, D.: What is open learning?. CET, Open Learning Guide 4. (1986)
3. Nwana, H.: Software Agents: An Overview. Knowledge Engineering Review. In: Cambridge University Press, vol. 3, pp.1-40. (1996)
4. Lemaitre, C.: Multi-agent network for cooperative work. Expert System with Applications. In: An international Journal Elsevier Science, vol. 14. (1998).
5. Wooldridge, M., Jennings, N.: Intelligent Agents: Theory and Practice. Knowledge In: Engineering Review, vol. 10. (1995).
6. Deshpande, U., Gupta, A., Basu, A.: Coordinated Problem Solving Through Resource Sharing in a Distributed Environment. In: IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics Part B: Cybernetics, vol. 34. (2004)
7. Shawar, B. A., Atwell, E.: “A chatbot system as a tool to animate a corpus”. In: ICAME Journal, vol. 29. (2005)
8. L'Abbate, M., Thiel, U., Kamps, T.: Can Proactive Behavior Turn Chatterbots Into Conversational Agents?. In: IEEE/WIC/ACM International Conference on Intelligent Agent Technology. (2005)
9. Mikic, F., Burguillo, J., Llamas, M.: TQ-Bot: An AIML-based tutor and evaluator bot. In: Journal of Universal Computer Science, vol. 15. (2009)
10. De Pietro, O., Frontera, G.: TutorBot: an application AIML based for Web-Learning. In: Advanced Technology for Learning, vol. 2. (2005)
11. Jia, J.: CSIEC: A computer assisted English learning chatbot based on textual knowledge and reasoning. In: Knowledge-Based Systems, vol. 22. (2009)
12. Duque, N. D., Botero, V., Hernández, E.J., Sepúlveda, J.J., Medellín, D.E., Giraldo, M., Casallas, L. M., Diaz, S., Ruiz, A.F.: SmartChat: A virtual Peer Agents based chatterbot for supporting educational processes. In: Computing Congress (CCC). IEEE Xplore. (2011)
13. Garrido, R., García-Alonso, A.: Técnicas de Interacción para Sistemas de Realidad Aumentada. In: Jornadas sobre Realidad Aumentada y entornos virtuales. (2008)
14. Basogain, X., Olabe, M., Espinosa, K., Rouèche, C., Olabe, J. C.: Realidad Aumentada en la Educación: una tecnología emergente. In: <http://www.anobium.es/rdr.php?p=1>
15. Peredo, R., Canales, A., Menchaca, A., Peredo, I.: Intelligent Web-based education system for adaptive learning. In: Expert Systems with Applications, vol. 38. (2011)
16. Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales. Grupo de Ambientes Inteligentes Adaptativos (GAIA). In: <http://www.manizales.unal.edu.co/gta/gaia/index.php>
17. Duque, N. D., Botero, V., Hernández, E.J., Sepúlveda, J.J., Medellín, D.E., Giraldo, M., Casallas, L. M., Díaz, S.: Smart Chat: Agentes Inteligentes Compañeros como Apoyo en Cursos Virtuales. In: II Congreso Internacional de Ambientes Virtuales de Aprendizaje Adaptativos y Accesibles (Cava). (2010)

18. Iglesias, C.: Definición de una Metodología para el Desarrollo de Sistemas Multiagentes. Tesis Doctoral. Departamento de Ingeniería de Sistemas Telemáticos de la Universidad Politécnica de Madrid.(1998).
19. Gardner, H.: La inteligencia reformulada: las inteligencias múltiples en el Siglo XXI. Paidós Transiciones, vol. 29. (2001)
20. Papanikolaou, K., Grigoriadou, M., Magoulas, G., Kornilakis, H.: Towards new forms of knowledge communication: The adaptive dimension of a Webbased learning environment. In: Computers & Education, vol. 4, pp. 333–360. (2002)
21. Rodríguez, N., Duque, N. D.: Acceso a Objetos de Aprendizaje en el marco de una Federación de Repositorios. II Congreso Internacional de Ambientes Virtuales de Aprendizaje Adaptativos y Accesibles, CAVA. (2010)
22. MERLOT- Multimedia Educational Resource for Learning and Online Teaching, <http://www.merlot.org/merlot/index.htm>
23. The GATEWAY to 21st Century Skills, <http://thegateway.org/>
24. GT-FEB – Federação de Repositórios Educa Brasil, <http://143.54.95.74:8080/feb/index.jsp>
25. Google Academic, <http://scholar.google.es/intl/es/scholar/about.html>
26. Google Custom Search, <http://www.google.com/cse/>. Consulta realizada en Julio de 2011.
27. Aragón, J. F., Duque, N. D.: RA-Learning. Realidad Aumentada como apoyo a procesos educativos. II Congreso Internacional de Ambientes Virtuales de Aprendizaje Adaptativos y Accesibles, CAVA. (2010)
28. Saqoosha. Spark Project. ActionScript Class Library. In: <http://www.libspark.org/wiki/saqoosha/FLARToolKit/en>. (2011)

[Regresar Índice](#)