

Agentes y web semantica: elementos claves para el futuro del e-learning

Agents and Semantic Web: Key Elements for the Future of the E-Learning

CÉSAR AUGUSTO TORRES ANDRADE

Ingeniero de Sistemas de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia. Es candidato a Magíster en Ciencias de la Información y las Comunicaciones con énfasis en Sistemas de Información en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Profesor en el área de Informática en el colegio de ETB Tomás Alva Edison de Bogotá, Colombia, y pertenece como investigador al grupo GICOGE, en el que realiza estudios sobre E-learning y Agentes inteligentes.

cesartandrade@gmail.com

Fecha de recepción: 14 de septiembre de 2007

Clasificación del artículo: revisión

Fecha de aceptación: 21 de febrero de 2008

Palabras clave: e-learning, web Semántica, agentes en la enseñanza, Programación Neurolingüística (PNL).

Key words: e-learning, semantic web, agents in education, neurolinguistic programming (NLP).

RESUMEN

Es indudable que la Web ha sido uno de los componentes que han colaborado con los procesos de enseñanza-aprendizaje, pero la inmensa cantidad de información que se encuentra en la red hace que el nivel de dificultad para buscar, acceder, presentar y mantener la información que requieren los usuarios, tanto estudiantes como docentes, sea muy alto, debido a que el contenido de la información es presentada principalmente en lenguaje natural; para dar solución a esto, se propone transformar la actual Web para que supla estas deficiencias, aplicando a éste el concepto de ontología, dando origen a la “Web Semántica”, y así optimizar dichos procesos

pedagógicos. El objetivo de este documento es, inicialmente, presentar los conceptos y aspectos básicos que giran en torno a dicho concepto, además de mostrar algunas investigaciones que se han realizado al respecto. Finalmente, se presenta una propuesta de un modelo para ser aplicado en los procesos de enseñanza-aprendizaje en la Web del futuro.

ABSTRACT

The Web has been one of the components that has helped with the education - learning processes, indeed, but the immense amount of information that is in the network, it makes that the level of difficulty to find, to accede, to display and to keep

the information which require the users, as students as teachers, become very hard, because the content of the information is mainly presented in natural language and to give solution to this, the experts propose to transform the present Web so that it replaces these deficiencies, applying to this the Ontology concept, giving origin to the “Semantic

Web”, and thus to optimize these pedagogical processes. Initially the purpose is presented the basic concepts and aspects that turn around this concept, besides to show some investigations that have been made on the matter. Finally, a proposal of a model appears to be applied in the education - learning processes in the Web of the future.

* * *

1. Introducción

La Web es una tecnología que se ha vuelto indispensable en las labores del hombre, como en el comercio o la educación, y es en este ámbito que se ha encontrado en ésta un excelente medio para romper con las limitantes geográficas y temporales que los esquemas tradicionales de enseñanza-aprendizaje conllevan, revolucionando, y cambiando a la vez, el concepto de educación a distancia; pero tal como se encuentra actualmente, sólo permite que se puedan consultar datos, mediante el uso de diversos componentes como motores de búsqueda “planos”, entre otros elementos, y la labor de la interpretación de dicha información queda en manos del usuario que tiene el conocimiento del entorno en que se emplearán dichos datos. Debido a las grandes limitantes que se han observado, se ve la necesidad de optimizar la búsqueda y, a su vez, “interpretar” estos datos para su posterior utilización, ya que es allí donde se emplean las ontologías para solucionar el aspecto “semántico” de la información y dar nacimiento a la Web Semántica. Para aumentar la funcionalidad de ésta, se propone introducir los agentes inteligentes como elementos que son capaces de razonar y determinar la mejor solución al problema que debe solucionar. Con la aparición de éstos, ya no es sólo el usuario quien interpreta la información, sino que también las búsquedas y otras operaciones que se realizan en la Web son más rápidas y eficientes.

Con la aplicación de los agentes inteligentes en el campo educativo nace el concepto de agentes pedagógicos, que se encargan de buscar la información que quiere enseñar, pero existe un inconveniente: no todas las personas aprenden de la

misma forma, debido a que utilizan los sentidos de forma diferente. Esto explica por qué los agentes pueden realizar un aporte significativo, ya que se quiere que éstos, no sólo se encarguen de buscar la información que se va a enseñar, sino también que puedan enseñar de la mejor manera para que los procesos de enseñanza-aprendizaje se realicen de una forma más significativa para el estudiante; en este momento se involucran los conceptos de la programación neurolingüística para dar solución a esta falencia.

Ya teniendo clasificado al estudiante, de acuerdo con su forma de aprender, el agente se puede “adaptar” y comportar como un Servicio Web inteligente, que busca la información por enseñar en la Web Semántica y la enseña de la mejor manera y, de acuerdo con los resultados obtenidos, es capaz de modificar su base de conocimiento para mejorar su labor como tutor, todo esto dentro del marco de los LCMS (Learning Content Management Systems) y la Web Semántica. Así, se lograrán mejorar considerablemente los resultados en los procesos de enseñanza-aprendizaje, teniendo en cuenta la individualización del estudiante y utilizando la Web Semántica y todos los elementos que están involucrados en ésta. Inicialmente, es pertinente conocer la conceptualización que está involucrada en el tema “E-learning sobre la Web Semántica”.

2. Web Semántica

Las necesidades cada vez más complejas del hombre, la gran cantidad de información y el poco tiempo que se cuenta para encontrarla hace que la Web actual se vea muy limitada en su función, es

por esto que se ve la necesidad de que ésta evolucione. La introducción y combinación tanto del concepto de ontología y su aplicación [56] dentro de la infraestructura de la Web actual da origen a un nuevo paradigma: La Web Semántica [49 y 10]. Ésta se basa en un lenguaje propio para la definición de ontologías: el Ontology Web Lenguaje (OWL) [47, 48 y 6].

Se puede dar el nombre de Web Semántica a la “Web extendida”, es decir la Web con significado [67], y que aplica nuevas técnicas y paradigmas para la representación del conocimiento que faciliten la localización, integración y compartir recursos a través de la WWW (World Wide Web) [1]. En ésta cualquier usuario en Internet puede encontrar respuestas a sus preguntas de forma más rápida y sencilla, gracias a que la información está organizada como un conjunto de conceptos relacionados entre sí, como un mapa conceptual o una ontología. La Web Semántica tiene como objetivo principal crear un medio universal para el intercambio de información, basado en representaciones del significado de los recursos de la Web, haciendo que los computadores hagan este proceso de manera inteligente. Se busca lograr ampliar la interoperabilidad entre los sistemas informáticos y reducir la mediación humana en la búsqueda de conceptos y el significado de éstos.

El concepto de ontología, desde la informática, se observa como la especificación en lenguaje formal de la conceptualización de un dominio del conocimiento en el contexto de la Web Semántica [4], es decir, es una taxonomía de conceptos con atributos y relaciones, que proporciona un vocabulario consensuado para definir redes semánticas de unidades de información interrelacionadas [1]. Debido al auge que tiene hoy en día la aplicación de las ontologías, nace lo que se conoce como Ingeniería Ontológica [46], que se refiere al conjunto de actividades, relacionado con el proceso de desarrollo de ontologías, el ciclo de vida de las ontologías, los métodos y metodologías para la construcción de ontologías, y las herramientas y lenguajes que le dan soporte [5], por consiguiente,

se ha observado la gran necesidad de contar con herramientas que faciliten el desarrollo de éstas. Durante los últimos años se han desarrollado diversos lenguajes y estándares para la definición de ontologías como lo son XML, RDF, DAML+OIL, y OWL, generado y promulgado por uno de los grupos principales en el avance y desarrollo de la Web Semántica, el consorcio W3C [1] [67]. El lenguaje con más perspectiva de futuro en la representación del conocimiento usando ontologías es el OWL [6], que es una extensión del RDF Schema [7]. Tiene la gran ventaja de representar el significado de los términos en vocabularios y las relaciones entre ellos (conocido como ontología) [6].

La Web Semántica proporciona los elementos básicos que se podrían emplear para dar solución al problema del significado de los conceptos presentados en la Web; es así como se puede aplicar su gran funcionalidad en diversos campos que presentan alta complejidad en su información [8], como es el caso de la educación. Para lograr los objetivos de la Web Semántica, se han propuesto lenguajes como DAML+OIL y OWL que tienen gran expresividad. A partir de las propuestas de la Web Semántica se creó la ontología de orden superior DAML-S para descripción semántica de los Servicios Web, que más tarde evolucionó en OWL-S, basadas en los lenguajes de marcado semántico y extensiones de RDF (Resource Description Framework): DAML (DARPA Agent Markup Language) [50] y OWL (Ontology Web Language) [9] [1], las cuales permiten describir semánticamente las capacidades de los Servicios Web, para que agentes software puedan leer de esas descripciones y razonar sobre la forma de interactuar con los servicios que ellas describen.

Con DAML-S se pueden crear Perfiles de Servicio, que describen la funcionalidad de un servicio Web [12]. Aunque OWL-S es una de las aproximaciones que más se están estudiando para la solución de los diversos problemas que se presentan al momento de desarrollar la Web Semántica, no es la única. Existen otras aproximaciones como son IRS-II (servicio de razonamiento de Internet) [11] y WSMF (Web Service Modeling Framework) [11].

En resumen, el objetivo de la Web Inteligente es dotar a la Web de una estructura para la gran cantidad de contenido de las páginas Web, tejiéndolo en un tipo de entorno que pueda ser “recorrido” por agentes de software, de manera tal que puedan desarrollar tareas requeridas por los usuarios [13] y así pueda funcionar como una entidad autónoma; es decir, que puede regular automáticamente las funciones y la cooperación de los sitios relacionados de la Web y de los servicios disponibles para su uso. Pero para lograr esto se deben contemplar diversos aspectos que se deben superar [14].

A las grandes ventajas que trae la Web Inteligente se le pueden unir las ventajas que involucraría el uso de agentes, los cuales actúan como usuarios del sistema y con la capacidad de crear dinámicamente el meta-conocimiento, que relacionan los conceptos y las restricciones espaciales o temporales del conocimiento que planean y ejecutan las aplicaciones de los servicios. Otra capacidad de estos agentes es resolver sus conflictos por sí solos, para lo cual generan planes de acción [14]. Uno de los principales puntos de trabajo actuales es cómo se pueden combinar los comportamientos sociales que son resultado de las actividades humanas sobre la Web, de tal forma que permitan mejorar las herramientas actuales como el correo, las conversaciones, etc., y que sean una oportunidad para generar conocimiento [15] [16]; esto se conoce como la Web Social Inteligente. En ésta, los agentes se podrían comportar como Servicios Web [44] dentro de la Web Semántica, en la que pueden interactuar y generar una composición de servicios [42] [43] [45].

3. Agentes en la enseñanza

Cuando se piensa en la evolución de la Web actual, es decir, en lo que se ha denominado “Web Semántica”, se hace necesario la definición de diversos elementos como protocolos, formatos, entre otros, para lograr proporcionar el significado a la información. Estos elementos se pueden utilizar junto con los “agentes inteligentes” que aportan sus características a la Web y así incrementar su funcionalidad, es decir, los agentes, que conforman

un sistema, necesitan una estructura conceptual de referencia para poder interactuar y encontrar sentido a la información, y dicha estructura es la Web Semántica.

Se tienen muchas definiciones acerca de agentes [17, 18 y 65]. Una de las definiciones más compleja es aquella en la que se toma al agente como un sistema situado en y parte de un entorno que siente ese entorno y actúa sobre él, a través del tiempo, persiguiendo sus propios objetivos de forma que afecte lo que siente en el futuro [19].

En síntesis, un agente es una entidad software que reúne, selecciona y procesa diversa información que se encuentra en la Web, analiza esta información e interactúa con el entorno en el que se encuentra sin que necesite algún tipo de control constante por parte del usuario. Un agente tiene unas características fundamentales entre las cuales se encuentran la autonomía, sociabilidad, reactividad, pro-actividad, movilidad, veracidad, benevolencia y racionalidad [20 y 69].

Para que los agentes puedan funcionar e interactuar adecuadamente, es necesario contar con varios servicios y componentes para tal fin. La organización FIPA (Foundation for Intelligent Physical Agents) es la encargada de definir la estandarización de todos los aspectos relacionados con los agentes, como la tecnología, protocolos, entre otros; éste ha definido el AMS- FIPA (Agent Management Specification FIPA) y se muestra el modelo de referencia FIPA para la plataforma de agentes. Este modelo está compuesto por los siguientes elementos [21]: el sistema de administración de agentes, el facilitador de directorios y el canal de comunicación de agentes. Para lograr la comunicación entre agentes se encuentran el ACL-FIPA (Agent Communication Language FIPA) [20 y 21], el cual es el lenguaje desarrollado por la FIPA que busca estandarizar la forma de comunicar los agentes y cuyo principal objetivo es dar un sentido semántico a los mensajes que intercambian los agentes mediante la definición de parámetros necesarios.

Cuando los agentes están dentro de un entorno de educación, se denominan agentes pedagógicos. Un agente pedagógico [31, 53, 57, 58 y 68] puede ser definido como un agente inteligente que toma decisiones acerca de cómo maximizar el aprendizaje de un alumno, y observa un entorno en el que se encuentra situado el estudiante en su proceso de aprendizaje, es decir, son fragmentos de software con características humanas que facilitan el aprendizaje, y se pueden expresar desplegando texto, gráficos, iconos, voz, animación, elementos multimedia, o realidad virtual [37]. Por ejemplo, pueden utilizar hipertextos adaptativos [38 y 57].

Los agentes pedagógicos pueden desempeñar uno [33] o varios roles [34], dependiendo del objetivo que buscan, por ejemplo, puede ser un tutor, un aprendiz, o un asistente [32] e, incluso, asistir a pequeños grupos de aprendices, colaborando en su proceso de aprendizaje [35]. Los agentes pedagógicos se pueden utilizar para generar sistemas tutores inteligentes (*Systems Intelligent Tutors ITS*) [57, 58, 61 y 66] o ser tomados como “compañeros de aprendizaje” (*Learning Companion System –LCS*) [30], para así formar los Entornos Virtuales Colaborativos (EVC), cuyo propósito es promover el aprendizaje entre los estudiantes que habitan el entorno, mediante la creación, facilitación, o enriquecimiento de situaciones, que pudiesen disparar mecanismos de aprendizaje [36]. Los agentes pedagógicos y el uso de servicios Web permiten la búsqueda, localización, selección e integración de diferentes materiales educativos situados en servidores distintos [54 y 55].

4. E-Learning

Gracias a las amplias características que tiene Internet, como el ser un medio de difusión y comunicación abierta, flexible y de tecnología muy simple [22], permite o habilita a que se puedan encontrar múltiples aplicaciones en diversos ámbitos como el comercio electrónico o la banca electrónica entre otros. Uno de los ámbitos en el que se ha observado que Internet aportaría considerablemente a su desarrollo es el educativo, en el que se encontrarían

maneras de vencer algunas dificultades presentadas actualmente como el tiempo y el espacio, presente en los esquemas tradicionales de enseñanza-aprendizaje [23], generando así procesos de enseñanza-aprendizaje no presenciales, que sirven para apoyar los procesos presenciales y que se adaptan de acuerdo con la necesidad de los usuarios y de acuerdo con su grado de avance [24].

El término e-learning, al igual que muchos otros conceptos que están en sus etapas iniciales de desarrollo, no tiene una definición establecida, y muchas veces la definición depende del punto de vista de quien lo exponga. Entre las definiciones presentadas, se puede decir que e-learning es un sistema que actúa como una fuente de servicios con carácter formativo, en el que se puede tener en cuenta la visión de organización, en la que se definen el alcance y los objetivos buscados con la formación, y que puede tener una visión académica o empresarial [23]. También se puede decir que e-learning es el conjunto de procesos de enseñanza-aprendizaje no presenciales, en el que se combinan servicios síncronos y asíncronos, o en [25] lo definen como:

[...] el uso de tecnologías Internet para la entrega de un amplio rango de soluciones que mejoran el conocimiento y el rendimiento. Está basado en tres criterios fundamentales:

- 1. El e-learning trabaja en red, lo que lo hace capaz de ser instantáneamente actualizado, almacenado, recuperado, distribuido y permite compartir instrucción o información.*
- 2. Es entregado al usuario final a través del uso de computadores utilizando tecnología estándar de Internet.*
- 3. Se enfoca en la visión más amplia del aprendizaje que van más allá de los paradigmas tradicionales de capacitación.*

Otras definiciones mencionan que el e-Learning es el suministro de programas educacionales y sistemas de aprendizaje a través de medios electrónicos [26], o que es “la utilización de las nuevas tecnologías multimediales y de Internet para mejorar la calidad del aprendizaje facilitando el acceso a recursos y servicios, así como los intercambios y la colaboración a distancia” y que tiene dos finalidades principales que son: mejorar la calidad del aprendizaje y facilitar el acceso a la educación y a la formación [27]. Entre las ventajas más impor-

tantes que trae la educación electrónica se pueden mencionar que se alcanza mayor productividad, la capacitación flexible, el ahorro en los costos por participante, entre otros [26]. Cuando se habla de e-learning, se contemplan tres elementos que intervienen: la tecnología, los contenidos y los servicios, que se pueden combinar para generar varios modelos [28 y 64].

Para desarrollar un programa de formación basado en e-learning [64] se emplean plataformas o sistemas de software que permiten la comunicación e interacción entre profesores, alumnos y contenidos. Se tienen principalmente dos tipos de plataformas [23]: las que se utilizan para impartir y dar seguimiento administrativo a los cursos en línea o LMS (*Learning Management Systems*) [55 y 64]; éste se puede definir como un componente software basado en un servidor Web que provee módulos para los procesos administrativos, de seguimiento y control que se requieren para un sistema, como la configuración de cursos, matricular alumnos, registrar profesores, asignar cursos a un alumno, llevar informes de progreso y calificaciones, etc. Además, facilitan el aprendizaje distribuido y colaborativo a partir de actividades y de contenidos preelaborados, de forma síncrona o asíncrona, utilizando los servicios de comunicación de Internet como el correo, los foros, las videoconferencias o el chat, entre otros.

El otro tipo de plataformas son las que se utilizan para la gestión de los contenidos digitales o LCMS (*Learning Content Management Systems*) [55 y 64], que es básicamente un sistema basado en Web, utilizado para crear, aprobar, publicar, administrar y almacenar recursos educativos y cursos en línea [29]. Los LCMS siguen el concepto básico de los CMS (*Content Management System*), cuyo objetivo es simplificar la creación y la administración de los contenidos en línea, pero enfocados al ámbito educativo, administrando y concentrando únicamente recursos educativos y no todo tipo de información [23]. Es síntesis, los LMS y los LCMS se pueden definir como sistemas de gestión de aprendizaje, con la diferencia de que los primeros gestionan

la parte administrativa de los cursos, así como el seguimiento de actividades y avance del alumno; mientras que los segundos gestionan el desarrollo de contenidos, su acceso y almacenamiento [23]. Debido a que los LCMS son más complejos, los LMS son los más ampliamente utilizados.

5. Neurolingüística

La Programación Neurolingüística (PNL) versa sobre la interrelación dinámica entre los tres procesos básicos mediante los cuales se construyen modelos del mundo [3], es decir, cómo se organiza lo que se percibe, además cómo se revisa y se filtra el mundo exterior mediante los sentidos; también explora cómo se transmite la representación del mundo a través del lenguaje. El modelo de estilos de aprendizaje de la Programación Neurolingüística (PNL) toma en cuenta el criterio neurolingüístico, el cual considera que la vía de ingreso de información al cerebro (ojo, oído, cuerpo) resulta fundamental en las preferencias de quien aprende o enseña. Concretamente, el ser humano tiene tres grandes sistemas para representar mentalmente la información: visual, auditivo y kinestésico (VAK) [41] [40]. La PNL es un aporte significativo al proceso educativo, ya que busca el mejoramiento de la calidad en el proceso enseñanza-aprendizaje, por medio de búsqueda de una comunicación eficaz, identificando la forma como un estudiante representa la información que percibe y así permitir a éste generar estados mentales estimulantes para el logro de los objetivos [39].

6. Trabajos realizados

La investigación y desarrollo de los sistemas diseñados para la enseñanza ha comenzado desde la década del cincuenta, lo cual inició con los programas lineales, que han ido evolucionando, pasando por los programas ramificados y los sistemas generativos, hasta llegar a los sistemas tutores inteligentes, siempre teniendo en cuenta aspectos como las consideraciones didácticas (cómo se enseña), características de los diferentes tipos de dominios (qué se enseña) y las propuestas diferenciadas según

y a quién vayan dirigidos los sistemas (a quién se enseña) [52].

Entre las áreas en las que se ha trabajado en relación con los nuevos sistemas de aprendizaje que integran los agentes al e-learning [53] se han identificado varias líneas principales de investigación, como los trabajos en interfaces basadas en agentes inteligentes, agentes pedagógicos, “compañeros de aprendizaje” y los hipertextos adaptativos. En las anteriores líneas de investigación se pueden definir tres estrategias de usos de estos sistemas: cuando el agente inteligente, trabaja en forma independiente con una perspectiva de competición; cuando el agente inteligente colabora por medio de sugerencias; y cuando, por medio de una colaboración activa, con responsabilidad compartida, participa y apoya al estudiante humano. Incluso, se han propuesto sistemas que permiten acercarse a la idea que el estudiante humano “aprenda a aprender”, en la medida en que estos últimos enseñan al sistema (a su compañero de aprendizaje) [59].

Debido a que se han identificado las diversas líneas de investigación, los trabajos realizados y encontrados en las diversas fuentes se pueden clasificar en éstos; es así como se pueden mencionar diversos trabajos [59], de los que se puede destacar algunos como el trabajo de Justine Cassell, del Instituto Tecnológico de Massachussets, quien ha desarrollado sistemas con agentes inteligentes, en particular de interfaces, que pueden tomar la información y representarla con discurso, con gesto, con expresión facial, con postura, etc. Estos sistemas son capaces de entender gestos de manos, faciales, detectar la presencia o ausencia del usuario, si lo conoce o no, entre otros elementos, lo que facilita la interacción entre el estudiante y el agente.

Otro trabajo significativo que facilita el proceso de aprendizaje en la Web es el sistema que anima a niños a desarrollar y contar sus historias, lo que desarrolla la capacidad de representar pensamientos simbólicamente y de compartirlos con otros niños en su propio lenguaje. Uno de estos desarrollos, el “Storytelling” es un sistema que apoya el trabajo

en forma colaborativa entre niños y proporciona, a su vez, un ambiente para que éstos aprendan las habilidades más importantes del lenguaje. Otras de las aplicaciones típicas de agentes inteligentes son los sistemas tutores inteligentes (*Systems Intelligent Tutors –ITS*) [61, 63, 66 y 68] y los “compañero de aprendizaje” (*Learning Companion System –LCS*). Los ITS simulan a un tutor autoritario que posee una estrategia de enseñanza uno a uno, que es un experto en un dominio del conocimiento y actúa como un guía, tutor o un entrenador. Este tutor se puede adaptar según las necesidades del estudiante. Los LCS son agentes pedagógicos no autoritarios, es decir, no es experto en un dominio e incluso puede cometer errores. Se adoptan actividades de aprendizaje colaborativas o competitivas, como alternativas de un tutor uno a uno.

Al investigar sobre los diversos proyectos desarrollados se ha encontrado algunos como el denominado ELENA, de la Comunidad Europea, cuyo objetivo principal es permitir la creación de un “espacio inteligente para el aprendizaje” (*Smart Learning Space*). Este espacio inteligente es un sistema distribuido que permite dar soporte a la gestión de entrega y consumo de recursos educativos heterogéneos a través del Asistente Personal de Aprendizaje (PLA) [67]. Otro de los proyectos más significativo para la enseñanza en e-learning y que se encuentra muy detallado en la literatura es el sistema multiagente MAS-PLANG [60, 62 y 70], el cual ha sido diseñado con el objetivo de ofrecer características de adaptatividad con base en estilos de aprendizaje, a la plataforma educativa Unidades de Soporte a la Docencia (USD) utilizada para el soporte a la educación a distancia a través de la Web. El modelado del estudiante es realizado a fin de poder ofrecer los contenidos didácticos, las herramientas de navegación y las estrategias de navegación adaptados a las características del estilo de aprendizaje del alumno.

El sistema multiagente MAS-PLANG (MultiAgent System –PLANG) ha sido desarrollado para transformar el entorno educativo virtual de las USD (*Unitats de Suport a la Docència*) en un sistema

hipermedia adaptativo teniendo en cuenta estilos de aprendizaje. Las técnicas de adaptación están dirigidas a la selección personalizada de los materiales didácticos, las herramientas de navegación y las estrategias de navegación del entorno educativo, de acuerdo con el estilo de aprendizaje del estudiante. Para el modelado del estudiante utilizamos técnicas de Inteligencia Artificial como el Razonamiento Basado en Casos y la Lógica Difusa. El sistema está en capacidad de categorizar estudiantes de acuerdo con su habilidad para procesar, percibir, recibir organizar y entender la información. Utilizamos agentes inteligentes para examinar oportunidades de mejora de la enseñanza y para motivar los estudiantes a aprender según sus preferencias en un entorno amigable y lo más cercano posible a su estilo de aprendizaje [60].

En los trabajos desarrollados en el marco de los hipertextos adaptativos se han basado en la idea del “aprendizaje colaborativo”, los cuales se han enfocado en afrontar el asilamiento y la soledad de los estudiantes, por lo tanto se han centrado en que el proceso de aprendizaje debe analizar las vivencia, intercambios sociales, culturales y formas de colaboración. Para tener en cuenta lo anterior, se han definido módulos fundamentales [52] como el módulo del estudiante –que describe información que registra el sistema–, el módulo del dominio –que describe cómo se enlaza y estructura la información–, el módulo del profesor –que está formado por reglas pedagógicas para proveer adaptación– y el módulo de la colaboración [70].

En los diversos grupos de investigación se han planteado diversos modelos que apoyan el desarrollo de aplicaciones e-learning, entre los cuales se encuentran [70]: El Modelo “Learning Technology Systems Architecture (LTSA)” de la IEEE, el cual describe las relaciones por las cuales el conocimiento es propagado y aprendido; el “Mind-Mapping for Web Instruction and Learning”, en el que se definen objetivos, además de asignar estrategias y la secuencia de reglas que dan valor al curso, y el modelo TANGOW, que describe cómo un mismo curso puede ser presentado de manera diferente en función de algunas características personales.

Una meta que se ha fijado en las investigaciones actuales para el desarrollo de sistemas de aprendizaje sobre la Web es alcanzar un mayor grado de adaptación e inteligencia, con soporte individual para los estudiantes, para que puedan lograr una mejor recuperación, evaluación, comprensión, y retención de la información y con soporte eficaz para lograr resolver los problemas y realizar las tareas que se les proponen. Debido a que la Web está evolucionando, las arquitecturas basadas en ontologías y orientadas a conceptos se constituyen como una opción prometedora en el desarrollo de tales sistemas [51].

7. El modelo propuesto de e-learning sobre Web Semántica

En los diversos trabajos realizados sobre e-learning y agentes, se puede observar que presentan elementos que colaboran en los procesos de enseñanza-aprendizaje sobre la Web, como lo son los diversos módulos que cada uno de ellos implementa, además de los diferentes modelos generados, el uso de agentes para el manejo de la información y el análisis del desempeño de cada estudiante para llevar su proceso individualizado, entre otros, pero tienen una particularidad: la gran mayoría están diseñados para ser aplicados sobre la Web como se encuentra actualmente (figura 1), es decir, no hay significado en el contenido, haciendo que la búsqueda de la información llegue a ser un proceso tedioso o pueda presentar algunas dificultades, puesto que la información que está disponible en la Web se encuentra “mezclada” entre sí, es decir, aunque se empleen sistemas de agentes para el manejo de información y se tenga en cuenta el desempeño de cada estudiante (figura 2), el proceso puede presentar algunas dificultades, ya que la información no necesariamente es la más adecuada para que el estudiante la asimile. Además, puede llegar a saturarlo, haciendo que su proceso no avance tan rápidamente como se espera.

La idea fundamental de la propuesta es aprovechar que se puede dar significado a toda la información que se encuentra en la Web, dándole un enfoque

neurolingüístico mediante el uso de ontologías, es decir, se puede pensar que toda la información que se encuentra disponible se puede clasificar dentro de los tres grandes sistemas como el ser humano representar mentalmente la información: visual, auditivo y kinestésico (VAK); esto le ayudaría al estudiante en el proceso de asimilación de la información presentada (figura 3), haciendo de dicho proceso un proceso más fácil y asertivo.

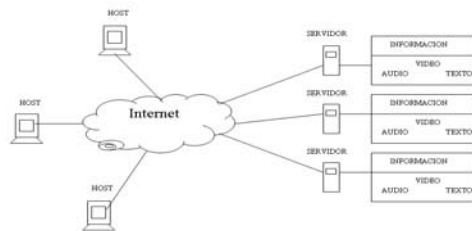


Figura 1. Esquema de la Web actual.

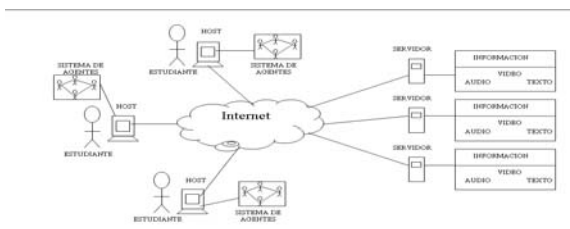


Figura 2. Esquema de e-learning empleando agentes en la Web actual.

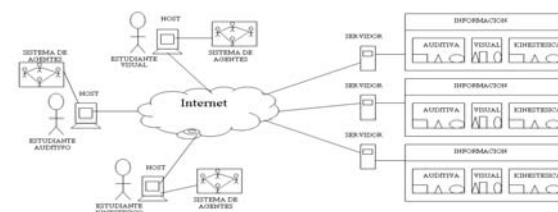


Figura 3. Esquema de e-learning empleando agentes en la Web Semántica con un enfoque neurolingüístico.

Desde esta visión de la Web Semántica con enfoque neurolingüístico, se puede implementar un sistema e-learning empleando Agentes Pedagógicos Neurolingüísticos Adaptativos (APNA) individualizados, en los cuales su principal objetivo será identificar qué tipo de estudiante es la persona a la cual ase-

sorará, para buscar y presentar la información, según el tipo de sistema que emplea para asimilar la misma.

A continuación, se presenta un modelo de los aspectos funcionales básicos y fundamentales que se deberían tener en cuenta para desarrollar un sistema e-learning sobre la Web Semántica con un enfoque neurolingüístico (figura 4), aunque está en su etapa inicial de desarrollo, por consiguiente está sujeta a modificaciones y mejoras.

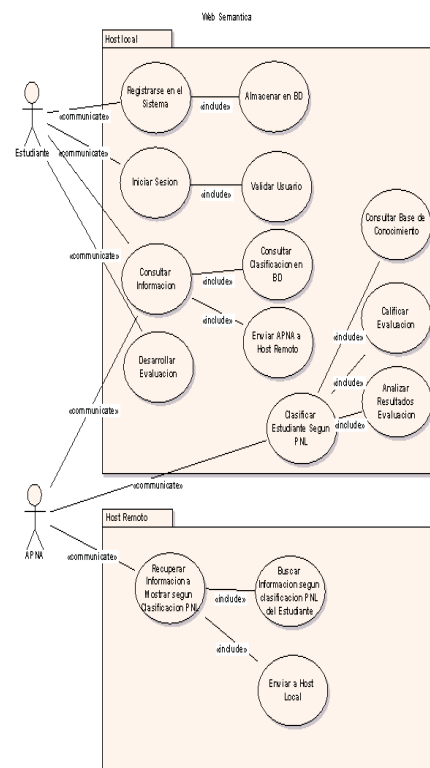


Figura 4. Comportamiento del Sistema e-learning propuesto empleando agentes pedagógicos adaptativos en la Web Semántica con un enfoque neurolingüístico.

En el sistema e-learning que se propone para ser implementado en la Web Semántica con enfoque neurolingüístico, el estudiante se debería registrar, en caso de ser un usuario nuevo, para que desde el inicio de su proceso se le sea asignado un APNA, el cual será el que oriente su proceso. Al estar regis-

trado, el estudiante podrá iniciar su sesión en cualquier momento, validando su usuario y contraseña. El estudiante, después de registrado, comenzará a consultar la información de interés para su estudio e, inicialmente, el APNA buscará la información en la Web Semántica, que ya está clasificada de acuerdo con el enfoque neurolingüístico, y se la presentará al estudiante; la Web Semántica está asesorando, en el mismo porcentaje (33,3% visual, 33,3% auditiva y 33,3% kinestésica), para que, al momento de que el estudiante realice la primera evaluación—la cual tiene preguntas referentes a dichos tipos de información y que se encuentran mezcladas, es decir, no están agrupadas de acuerdo con su tipo, sino que se encuentran ubicadas de forma aleatoria—, el APNA la evalúe y analice.

Así, con base en los resultados, se determina qué tipo de sistema es el que el estudiante emplea para representar y asimilar la información y redistribuir, según su criterio, el porcentaje de presentación de la información clasificada para incrementar considerablemente su proceso de aprendizaje. Desde esta perspectiva, el APNA será el encargado de asesorar de forma personalizada el proceso de enseñanza-aprendizaje, presentando la información de acuerdo con el tipo de representación, determinando y modificando, en porcentaje, la cantidad de la información presentada, según el criterio del APNA; criterio que asume después de analizar la evaluación realizada por su estudiante. Para facilitar la familiarización del estudiante con el sistema e-learning, se pueden agregar funcionalidades como la de personalizar su APNA, dándole un nombre y una imagen, entre otras funcionalidades, pero esto se evaluará y valorará en trabajos futuros, al igual que las diversas herramientas que van a ser utilizadas para su implementación.

8. Conclusiones

Entre las conclusiones que se pueden definir, se mencionan las siguientes:

- La Web Semántica nace de la aplicación de las ontologías a la infraestructura de la Web actual

existente; optimiza los procesos de búsqueda, acceso, presentación y mantenimiento de la información que requieren los usuarios, ya que presenta una excelente opción de tratar la información cada vez más compleja en diversas áreas como el comercio electrónico, la educación, entre otros.

- La Web Semántica emplea un conjunto de elementos como protocolos, formatos, entre otros, que ayudan a dar significado a la información y así poder analizarla y procesarla, incrementando considerablemente las funcionalidades de la Web actual. Un elemento importante en esta Web son los agentes de software que aportan sus características como la inteligencia, autonomía, etc., para que sean ellos y no el humano el que busque e interprete la información, además que sea capaz de tomar decisiones y encontrar la mejor solución a los problemas que se les puedan presentar, evitando que el humano esté constantemente supervisando su labor; pero éstos no están solos, ellos interactúan mutuamente y para lograr esta interacción, se han definido lenguajes de comunicación y plataformas que facilitan su interoperación.
- Los diversos sistemas empleados para los procesos de enseñanza-aprendizaje en la Web realizan aportes muy significativos, pero son susceptibles a mejoras, ya que la Web está evolucionando. Para potencializar considerablemente los procesos de enseñanza-aprendizaje se podrían aprovechar las grandes ventajas que ofrece la Web Semántica, caracterizando la información que se encuentra en ésta, mediante ontologías, teniendo en cuenta la programación neurolingüística, empleando los Agentes Pedagógicos Neurológicos Adaptativos para que orienten al estudiante en su proceso individual, presentando la información de modo tal que se le facilite asimilar, de acuerdo con los sistemas de representación mental de la misma, lo que facilita, a su vez, su proceso de aprendizaje. El modelo que reúne dichas ventajas está en desarrollo y se mostrará en trabajos futuros.

Referencias bibliográficas

- [1] Castells, Pablo. (Sin fecha) *Aplicación de técnicas de la web semántica*. [en línea] Escuela Politécnica Superior Universidad Autónoma de Madrid. Disponible en: <http://giig.ugr.es/~mgea/coline02/Articulos/pcastells.pdf>.
- [2] *Guía breve de Web Semántica* [en línea]. Disponible en: <http://www.w3c.es/Divulgacion/Guiasbreves/>.
- [3] *Web Semántica, Enciclopedia Wikimedia* [en línea]. Disponible en: http://es.wikipedia.org/wiki/Web_semántica.
- [4] *Documentación digital, servicio de alerta* [en línea]. Disponible en: http://docdigital.typepad.com/servicio_de_alerta/mapas_conceptuales/index.html.
- [5] Curso sobre Ontologías y Web Semántica. (Abril de 2006) Tandil, Argentina: Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNCPBA).
- [6] Barrón Cedeño, Alberto. (20 de septiembre de 2005) *Ontologías en acción* – OWL.
- [7] Grigoris Antoniou., Frank van Harmelen. (Sin fecha) *Web Ontology Language: OWL* Department of Computer Science, University of Crete, Department of AI, Vrije Universiteit Amsterdam.
- [8] Fensel, D.; Bussler, C.; Ding, Y.; Kartseva, V.; Klein, M.; Korotkiy, M.; Omelayenko, B. y Siebes, R. (Sin fecha) *Semantic Web Application Areas*. Free University Amsterdam VUA, Division of Mathematics and Informatics.
- [9] Samper, José Javier; Carrillo, Eduardo y Martínez, Juan José. (Sin fecha) *Algoritmo de emparejamiento de perfiles en Servicios Web Semánticos* [en línea]. Disponible en: http://www.unab.edu.co/editorialunab/revistas/rcc/pdfs/r61_art5_c.pdf.
- [10] Esteve, Lladó. (Sin fecha) *¿Qué es la Web Semántica o Web Inteligente?* [en línea]. Fundación IBIT - Illes Balears Innovació Tecnològica. Disponible en: <http://www.emprendedoras.com/article106.html>.
- [11] Cabral, Liliana, Domínguez, John Enrico y Motta, Terry Payne. (Sin fecha) *Farshad Hakimpour, Approaches to Semantic Web Services: An Overview and Comparisons*.
- [12] González N., Javier. (Noviembre 12 de 2002) *CC71K: Técnicas de Bases de Datos para la Web. Semantic Matching of Web Services Capabilities* [en línea]. Disponible en: <http://www.dcc.uchile.cl/~churtado/TECNICAS/jgonzales.pdf>.
- [13] Piscitelli, Alejandro. (18 de octubre de 2001) *Cuando la Web empieza a aprender de nosotros*.
- [14] Ning Zhong, Jiming Liu, Yiyu Yao. (November 2002) *In Search of the Wisdom Web*, 0018-9162/02/ IEEE.
- [15] Ravi, Kumar; Prabhakar, Raghavan; Sridhar, Rajagopalan and Andrew Tomkins. (November, 2002) *The Web and Social Networks*, 0018-9162 IEEE.
- [16] Toyoaki, Nishida. (November, 2002) *Social Intelligence Design for the Web*, 0018-9162 IEEE.
- [17] Hermans, B. (2000) *Intelligent Software Agents on the Internet: an Inventory of Currently Offered Functionality in the Society & a prediction of (Near -) Future Developments*.
- [18] Nwana, H. S. (1996) Software Agents: an Overview. *Knowledge Engineering Review*, 1 (3), 205-244.
- [19] Merelo, J.J. (3 de mayo de 2006) Agentes Autónomos Inteligentes. *Red científica* [en línea]. Disponible en: <http://www.redcientifica.com/doc/doc199903310001.html>.
- [20] Rojas, Dinos y Larry, Juan. (2004) *Arquitectura de un sistema basado en agentes para la recuperación de metadatos rdf en base a una ontología de documentos*. Universidad De Puerto Rico.
- [21] *The Foundation for Intelligent Physical Agents* [en línea]. Disponible en: <http://www.fipa.org>.
- [22] Berners-Lee, T. (1999) *Weaving the Web: The Original Design and Ultimate Destiny of the World Wide Web by Its Inventor*. New York: Harper Collins Publisher.
- [23] García Peñalvo, Francisco José. (Sin fecha) *Estado actual de los sistemas e-learning* [en línea]. Universidad de Salamanca. Disponible en: http://www3.usal.es/~teoriaeducacion/rev_numero_06_2/n6_02_art_garcia_penalvo.htm
- [24] García Peñalvo, F.J. y García Carrasco, J. (2001) *Los espacios virtuales educativos en el ámbito de Internet: Un refuerzo a la formación tradicional, Teoría de la Educación, Educación y Cultura en la Sociedad de la Información* [en línea]. Disponible en: http://www3.usal.es/~teoriaeducacion/rev_numero_03/n3_art_garcia-garcia.htm.
- [25] Rosenberg, M.J. (2001) *E-Learning Strategies for Delivering Knowledge in the Digital Age*. McGraw-Hill.
- [26] E-Learning, el futuro de la educación a distancia. *Revista electrónica "Milelium Network"* [en línea]. Disponible en: <http://www.informaticamilenium.com.mx/paginas/mn/articulo78.htm>.
- [27] *E-learning, aula diez: enseñanza del español online* [en línea]. Disponible en: <http://www.auladiez.com/didactica/e-learning.html>.
- [28] Lozano Galera, J. (2004) *El triángulo del e-learning* [en línea]. Disponible en: <http://www.noticias.com>.
- [29] Rengarajan, R. (2001) *LCMS and LMS: Taking Advantage of Tight Integration, Click 2 Learn* [en línea]. Disponible en: http://www.e-learn.cz/soubory/lcms_and_lms.pdf.
- [30] Aguilar Vera, Raúl Antonio. (Sin fecha) *Agentes pedagógicos virtuales inteligentes: una estrategia para entrenamiento de equipos* [en línea]. Universidad Autónoma de Yucatán. Disponible en: <http://is.ls.fi.upm.es/doctorado/Trabajos20032004/Aguilar.pdf>.
- [31] Johnson, W., Rickel, J. and Lester, J. (2000) Animated Pedagogical Agents: Face-to-Face Interaction in Interactive Learning Environments. *International Journal of AIED*.
- [32] Giraffa, L. and Vicari, R. (1999) Intelligent Tutoring Systems Built Using Agents Techniques. *La Salle-Revista de Educación, Ciencia y Cultura*.
- [33] Vizcaino, A. (2002) Enhancing Collaborative Learning Using a Simulated Student Agent. Universidad de Castilla - La Mancha.
- [34] Rickel, J. and Johnson, W.L. (1999) Virtual Humans for Team Training in Virtual Reality. In: Proceedings of the 9th World Conference on AIED, pp. 578-585.
- [35] Paiva, A. (1997) Learner Modelling for Collaborative Learning Environments. In: du Boulay & Mizoguchi (eds.) *Artificial Intelligence in Education* (pp. 215-222). IOS Press.
- [36] Dillenbourg, P. (1999) *Colaborative Learning: Cognitive and Computational Approaches*. Oxford: Elsevier.
- [37] Choua, C. and Chanb, T., (2002) *Linc, Redefining the Learning Companion: The Past, Present, Future of Educational Agents*. Computer & Education, pp. 255-269.
- [38] Murray, T., Condit, C., Piemonte, J., Shen, T. and Khan, S. (2000) *Evaluating the Need for Intelligence in an Adaptive Hypermedia System*. Documento presentado en ITS Montréal.

- [39] Velasco, Morella. (Sin fecha) *Programación Neuro-Lingüística* [en línea]. Disponible en: www.monografias.com/trabajos5/eductecnca/eductecnca.shtml.
- [40] Pérez, C.M. (Sin fecha) *PNL. El arte de la estrategia: trucos psicológicos - la negociación* [en línea]. Disponible en www.personal.able.es/cm.perez/pnl.htm.
- [41] Romo Aliste, María Eugenia; López Real, Delfina y López Bravo, Ilse. ¿Eres visual, auditivo o kinestésico? Estilos de aprendizaje desde el modelo de la Programación Neurolingüística (PNL). *Revista Iberoamericana de Educación* [en línea]. Disponible en: <http://www.rieoei.org/deloslectores/1274Romo.pdf>.
- [42] Cubillos, Jaime Andrés; Burbano, Javier Ernesto; Corrales, Juan Carlos y Ordóñez, José Armando. (Sin fecha) *Composición semántica de servicios Web*. Grupo de Ingeniería Telemática, Universidad del Cauca, Popayán, Colombia.
- [43] Peltz, Chris. (January, 2003) *Web Services Orchestration: A Review of Emerging Technologies, Tools And Standards* [en línea]. Hewlett-Packard Company. Disponible en: http://devresource.hp.com/drc/technical_white_papers/WSOrch/WSOrchestration.pdf.
- [44] García, Ignacio; Polo, Macario; Ruiz, Francisco y Piattini, Mario. (Enero de 2005) *Servicios Web*. La Mancha (España): Universidad de Castilla, Departamento de Informática. Informe Técnico UCLM DIAB- 05 - 01 - 1.
- [45] Kaarthik, Sivashanmugam; Miller, John A.; Sheth, Amit P. and Verma, Kunal. (June 2003) *Framework for Semantic Web Process Composition*. *Technical Report* 03-008, LSDIS Lab, Dept of Computer Science, UGA.
- [46] Borst, W.N. (1997) *Construction of Engineering Ontologies for Knowledge Sharing and Reuse*. Centre for Telematics and Information Technology, Universiteit Twente, XVIII Congreso Nacional de la SEAP, Benalmádena.
- [47] Horridge, M.; Knublauch, H.; Rector, A.; Stevens, R. and Wroe, C. (2004) *A practical Guide To Building OWL Ontologies Using The Protégé-OWL Plugin and CO-ODE Tools* (Edition 1.0). University of Manchester.
- [48] OWL [en línea]. Disponible en <http://www.hipertexto.info/documentos/owl.htm>.
- [49] *Web semántica* [en línea]. Disponible en: <http://www.telepolis.com/cgi-bin/web/DISTRITODOCVIEW?url=/internautas/doc/Cibercultura/websemanticainteligente/webinteligenteowebsemantica.htm>.
- [50] DAML, IBIT. *Glosario de términos* [en línea]. Disponible en: http://antic.ibit.org/websemantica/glossari_es.cfm.
- [51] Señas, Perla. (2005) *Aprendizaje basado en la Web*. Primeras Jornadas de Educación en Informática y TIC en Argentina –JEITICS.
- [52] Urretavizcaya Loinaz, Maite. (Sin fecha) *Sistemas inteligentes en el ámbito de la Educación*. Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos, Facultad de Informática, UPV-EHU.
- [53] Barroso Jerez, Clara. (Sin fecha) *Criterios pedagógicos en el uso de multimedia en educación: los agentes pedagógicos*, Addenda a la IV Ponencia: Los lenguajes de las pantallas - Impacto en las relaciones sociales de los jóvenes y retos educativos.
- [54] Del Moral, M^a Esther., Cernea, Doina Ana. *Diseñando Objetos de Aprendizaje como facilitadores de la construcción del conocimiento*, Facultad de Pedagogía - Departamento de Matemáticas, Universidad de Oviedo.
- [55] Lara, Pablo y Duarte, Josep Maria. (Noviembre de 2005) *Gestión de contenidos en el e-learning: acceso y uso de objetos de información como recurso estratégico*. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento*, 2 (2).
- [56] Santacruz-Valencia, L.P., Aedo, I., Delgado Kloos, C. (Diciembre de 2003-Enero de 2004) *Objetos de aprendizaje: Tendencias dentro de la web semántica (Learning Objects: Trends into Semantic Web)*. *Boletín de RedIRIS*, 66-67.
- [57] González, Soledad. (2004) *Sistemas inteligentes en la educación: una revisión de las líneas de investigación y aplicaciones actuales* [en línea]. *Relieve*, 10 (1), 3-22. Disponible en: http://www.uv.es/RELIEVE/v10n1/RELIEVEv10n1_1.htm.
- [58] Troncoso Pantoja, Brunny. (Septiembre de 2004) *Agentes Pedagógicos Virtuales Inteligentes*. Doctorado en Lenguajes, Sistemas Informáticos e Ingeniería de Software, Universidad de Madrid.
- [59] Villarreal Farah, Gonzalo. (Sin fecha) *Agentes inteligentes en educación*. Centro Comenius, Universidad de Santiago de Chile.
- [60] Soler Gordils, María del Pilar. (Sin fecha) *Sistemas e-learning inteligentes*.
- [61] González, C.S., Moreno, L., Aguilar, R.M., Estévez, J.I. (Sin fecha) *IA, multimedia y aprendizaje: consideraciones pedagógicas y tecnológicas en el diseño de un ITS para niños con dislexia*. Centro Superior de Informática, Universidad de La Laguna.
- [62] Peña, Clara Inés, Jose L. (Marzo de 2002). *Josep Lluís De la Rosa, Ramón Fabregat, Un sistema de tutoría inteligente adaptativo considerando estilos de aprendizaje*. España: Universitat de Girona.
- [63] Cataldi, Zulma; Salgueiro, Fernando y Lage, Fernando. (Enero de 2006) *Sistemas tutoriales multiagentes con modelado del estudiante y del autor*, Laboratorio de informática Educativa y Medios audiovisuales, Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires. *EduTec - Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 20.
- [64] López Guzmán, Clara y García Peñalvo, Francisco J. (2005) *Estándares y especificaciones para los entornos e-learning: convergencia en contenidos y sistemas*. España: Instituto Universitario de Ciencias de la Educación, Universidad de Salamanca.
- [65] Julián, V. y Botti, V. (Mayo – junio de 2000) *Agentes inteligentes: el siguiente paso en la Inteligencia Artificial*. Dpto. sistemas Informáticos y Computación Universidad Politécnica de Valencia, NOVATICA.
- [66] Vallverdú, F.; Sancho, T.; Mor, E. y Santanach, F.A. Abad. (Sin fecha) *Agentes inteligentes y libros digitales*. Estudios de Informática y Multimedia, Universitat Oberta de Catalunya –UOC.
- [67] Aguirre, S.; Quemada, J. y Salvachua, J. (Sin fecha) *Mediadores e interoperabilidad en E-learning*. Universidad Politécnica de Madrid.
- [68] González, E.; Laza, R. y Pavón, R. *Sistema de Tutorización basado en Agentes: SITUA*. Departamento de Informática, Universidad de Vigo.
- [69] Morales G., Rafael y Agüera H., Ana Silvia. *Un marco teórico para el desarrollo de sistemas inteligentes de capacitación basados en tecnología Web*. Instituto de Investigaciones Eléctricas IIE.
- [70] Bernuy, Alva A., y Sánchez, J. *Estrategias para el aprendizaje colaborativo y transferencia efectiva del conocimiento*. Madrid (España): Universidad Pontificia de Salamanca.