

Sistema hipermedia adaptativo para contenidos educativos, basado en tecnología de agentes de software

Marylin Giugni, Marviali Vera, Angélica Díaz y Ricardo Cattafi
Departamento de Computación. Facultad de Ciencias y Tecnología.
Universidad de Carabobo. Bárbula. Carabobo 2002. Venezuela

Resumen

En la actualidad la tecnología se ha convertido en parte fundamental de la vida cotidiana, tanto es así, que hasta en los lugares en donde no se creía que iba a llegar la computación, vemos como se ha convertido en un medio masivo para llevar educación a cualquier persona; esto ha dado lugar a la aparición de aplicaciones educativas que tienden a facilitar las tareas instruccionales tanto al docente como al estudiante. En este sentido, tomando en cuenta esta evolución tecnológica en el campo educativo, se ha diseñado un software educativo que considera al docente como un facilitador de conocimientos y cede el control del proceso de aprendizaje al estudiante, ya que es él quien conoce sus habilidades, debilidades y limitaciones al momento de estudiar. En consecuencia, el objetivo fundamental de este artículo es presentar el Sistema Hipermedia Adaptativo para Contenidos Educativo basados en Tecnología de Agentes de *Software* (SHAPCE-TAS), el cual considera las características (perfil) del estudiante, para adaptarse al mismo de acuerdo a sus canales de aprendizaje (visual, kinestésico y auditivo). Este sistema brinda un espacio de aprendizaje capaz de ajustarse a las particularidades de cada alumno, mediante contenidos y recorridos adecuados a sus características, favoreciendo la consecución de sus objetivos de aprendizaje establecidos. Por otro lado, para guiar la construcción de SHAPCE-TAS se diseñó una propuesta metodológica llamada EDUWPA la cual surge de integrar UWE (*UML-based Web Engineering*) y PASSI (*Process for Agent Societies Specification and Implementation*). Para culminar, en la construcción del sistema se adoptó una arquitectura de 4 capas, empleando tecnología Web, el servidor *Apache TomCat 5.0* y *PostgreSQL 8.0*.

Palabras Claves: Sistema Hipermedia Adaptativo, Canales de Aprendizaje, Agente de Software.

1. Introducción

Estamos inmersos en la denominada Sociedad de la Información, en la cual cada vez se genera y requiere un mayor volumen de información veraz, confiable y oportuna. Acompañada a esta situación, las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) han evolucionado para dar respuesta a esta demanda y en los últimos años se ha notado un creciente interés por proporcionar aplicaciones educativas orientadas a satisfacer las necesidades de los estudiantes.

Ahora bien, considerando que los seres humanos manifestamos diferencias a la hora de percibir y procesar información, ha surgido el interés de desarrollar un sistemas capaz de identificar esas características individuales en el estudiante, el cual permita incorporar diferentes canales y medios de enseñanza en un formato adaptable a esa diversidad de individuos.

Cabe resaltar que se han realizado estudios que reflejan la relación que existe entre los estilos de aprendizaje y el desempeño académico de los estudiantes, al utilizar diferentes métodos de enseñanza. Algunas investigaciones muestran evidencias de que al presentar la información mediante diferentes enfoques se consigue una instrucción más efectiva (Salojarvi, Saarikoski & Del Corso, 2001).

Ahora bien, Alonso, Gallego y Honey (1999) después de analizar distintas investigaciones concluyen que los estudiantes presentan un aprendizaje efectivo cuando se les enseña con sus estilos de aprendizaje predominantes.

Basados en estas premisas y dada la importancia de proporcionar un sistema capaz de adaptar su contenido a las diferencias individuales de cada estudiante, en este documento presentamos el desarrollo del Sistema Hipermedia Adaptativo para Contenidos Educativos basados en Tecnología de Agentes de *Software* (SHAPCE-TAS) diseñado con el objetivo de ofrecer características de adaptatividad con base en estilos de aprendizaje, desde el modelo de la Programación Neurolingüística.

Por otra parte, considerando que el desarrollo de Sistemas Hipermedia Adaptativos (SHA) es una actividad laboriosa (Hérin, Sala & Pompidor, 2002), la cual aumenta su complejidad cuanto mayor es el tipo de adaptación que se desea ofrecer, ha sido necesario realizar un diseño cuidadoso, utilizando herramientas y metodologías capaces de observar el comportamiento de los estudiantes y de asistir al profesor en el proceso de mejora continua de los cursos adaptativos. En este sentido, basado en el objetivo de proporcionar un sistema interactivo capaz de responder a las demandas de cada usuario en particular, el cual contempla tanto la hipermedia, la adaptabilidad y el componente educativo se ha seguido una propuesta metodológica llamada EDUWPA la cual surge de integrar UWE (*UML-based Web Engineering*) y PASSI (*Process for Agent Societies Specification and Implementation*, la cual considera algunos artefactos de MDI-MEC (Metodología de Diseño Instruccional de Materiales Educativos Computarizados (Arias, 2002).

2. Metodología

Esta investigación se inició con una revisión bibliográfica de: estilos de aprendizaje, sistemas hipermedia adaptativos, desarrollo de software educativo, entre otros. Posteriormente se efectuó un diagnóstico del dominio de estudio; para ello se llevaron a cabo observaciones directas sobre las estrategias de enseñanza utilizadas en la asignatura Base de Datos de la Escuela de Computación de la Facultad de Ciencias y Tecnología (FACYT) de la Universidad de Carabobo. Además, se aplicó una encuesta a 25 estudiantes cursantes de dicha asignatura (90% de esta población) así como también a 18 estudiantes de cursos avanzado, los cuales habían aprobado la asignatura previamente (25% de la población). En total se obtuvieron datos de 43 estudiantes de la institución, lo cual permitió tener una visión global del proceso en estudio e identificar las necesidades específicas de los estudiantes.

Por otra parte, tomando en cuenta la importancia de producir un software que cumpliera con las necesidades de los usuarios, el cual además exhibiera aspectos de calidad, tales como: usabilidad, confiabilidad, seguridad y mantenibilidad, entre otros, se realizó un estudio exhaustivo de diversos enfoques metodológicos, tales como: *Hypertext Design Model* - HDM (Garzotto & Paolini, 1993); *Relationship Management Methodology* - RMM (Isakowitz, Stohr & Balasubramanian, 1995); *Object Oriented Hypermedia Design Model* - OOHDM (Rossi, 1996); *Scenario-based Object-Oriented Hypermedia Design Methodology* - SOHDM, (Lee, Lee & Yoo, 1998); *Enhanced Object Relationship Methodology* - EORM, (Lange, 1996); UWE (*UML-Based Web Engineering*) propuesta por Koch (2001); WSDM (Web Site Design Method) de De Troyer & Leune (1997); GAIA, Método de Burmeister (1996), PASSI: *Process for Agent Societies Specification and Implementation* (Julián, Botti (2003), entre otros.

A partir de dicho estudio, se seleccionó UWE como metodología base para el desarrollo del sistema, por mantener la integridad del diseño, ayudando a minimizar los defectos en esta etapa y definir un proceso de desarrollo que cumple por completo el ciclo de vida (Inicio, Elaboración, Construcción, Transición y Mantenimiento) de las aplicaciones hipermedia adaptativas. Por otro lado, se integra PASSI como metodología de desarrollo de agentes, ya que utiliza el lenguaje de modelado universal UML, posee buena documentación, ha sido utilizado con éxito en varios proyectos a nivel de organizaciones, entre otros.

De esta forma se ha generado la propuesta metodológica denominada EDUWPA, la cual considera aspectos del diseño instruccional. La Tabla 1, señala las fases de esta propuesta con sus principales actividades.

Tabla 1. Fases de la propuesta Metodologica EDUWPA. (1) UWE, (2) PASSI, (3) MDI-MEC. Fuente: Autores

Inicio	Elaboración	Implementación	Transición
Realizar Estudio de factibilidad	Especificar la estructura y forma del curso (DI) (3).		
Capturar o Recolectar los Requerimientos tanto del Sistema como del Usuario (1,3).	Analizar y Diseñar el Sistema (1).	Desarrollar el Sistema Hipermedia Adaptativo (1).	Presentar la versión Beta del Software (1).
Realizar el análisis y manejo de Riesgos (1).	Definir el Componente Agente (2)	Definir la Estructura del Agente (2).	Verificar la correctitud del DI (3)
Validar los Requerimientos (1)	Configurar el Despliegue (2)	Implementar el Código Fuente del Agente (2).	Realizar evaluación total del Producto (1).
	Verificar el Diseño (1).	Realizar Pruebas de Agentes (2).	
	Validar la estructura y forma del Curso (Métodos Instruccionales) (3).		

Durante la fase de implementación se codificaron las tareas programadas utilizando software de licencia GPL (GNU Public License), es decir, software libre. Se utilizó la plataforma de desarrollo J2EE con todos sus componentes, el manejador de Base de Datos PostgreSQL 8.0 y el servidor *Jakarta Tomcat* 5.5.

3. Marco referencial

Estilos de Aprendizaje

La enseñanza centrada en el aprendizaje ha generado una nueva visión de este proceso, en la cual se considera que cada persona utiliza su propio método o estrategia a la hora de aprender, posee conocimientos y experiencias distintas, es decir, existen diversos estilos de aprendizaje.

En este sentido, se han desarrollado distintos modelos y teorías sobre estilos de aprendizaje los cuales ofrecen una base teórica que permite promover el mejoramiento de la calidad de la educación mediante el aprendizaje personalizado.

Así, por ejemplo, Kolb considera los estilos activo, reflexivo, teórico y pragmático (Alonso et al, 2001), mientras que otros tienen en cuenta los canales de ingreso de la información. También se encuentra el modelo de los cuadrantes cerebrales de Herrmann (Folino, 1994) y el modelo de Felder y Silverman (1988), entre otros.

Para este desarrollo, se han considerado los estilos visual, auditivo y kinestésico, siendo el marco de referencia, la Programación Neurolingüística de Bandler y Grinder.

Sistema Hipermedia Adaptativo (SHA)

Existen diversas definiciones sobre los SHA, por lo que a continuación son presentadas algunas de las más destacadas por su aceptación en el área educativa:

Brusilovsky (1996), define un Sistema Hipermedia Adaptativo como un sistema basado en hipertexto e hipermedia que refleja algunas características del usuario en el modelo de usuario y aplica este modelo para adaptar varios aspectos visibles del sistema al usuario.

Asimismo, Gaudioso, E. (2002), define los SHA como aquellos sistemas de hipermedia capaces de ajustar su presentación y navegación a las diferencias de los usuarios, reduciendo así los problemas de desorientación y falta de comprensión, propios de los sistemas hipermedia no adaptativos.

Por último, Palacios, L., Arenas, R., Pérez, G. (2003), define un SHA como un sistema hipermedia el cual posee información del grado de conocimiento del usuario sobre el asunto que está siendo enseñado, para que lo pueda guiar a través de la adaptación del material presentado, lo cual es realizado mediante su integración con un sistema tutor inteligente (STI).

De modo que, siguiendo muy de cerca las consideraciones planteadas, en un estudio de Brusilovsky, De Bra P & Huben (1999), se destaca que uno de los objetivos más relevantes para el cual un SHA es desarrollado, es que el sistema se adapte al usuario y no sea el usuario quien deba adaptarse al sistema, como sucede regularmente en los hipermedia “clásicos”, los cuales muestran el mismo contenido y los mismos enlaces a todos los usuarios. Además, estos autores señalan que la base del éxito de un SHA se centra en el buen acierto de sus modelos, mediante los cuales se estructura el conocimiento y adaptabilidad del mismo.

Agente de software

Un agente puede definirse como un sistema o entidad física (actúan en el mundo real como seres humanos, insectos, robots, entre otros) o virtual (que no tiene existencia física), situada en algún ambiente, que es capaz de actuar de manera autónoma y flexible y cuyo comportamiento esta orientado por un conjunto de tendencias que pueden estar dadas por la satisfacción de ciertos objetivos individuales (Errecalde, 2006).

En resumen, un agente de software es un programa de computación que se ejecuta en un ambiente, y es capaz de realizar acciones dentro de este, con la finalidad de alcanzar objetivos particulares para los cuales ha sido diseñado.

4. Descripción del Sistema

El Sistema Hipermedia Adaptativo para Contenidos Educativos basados en Tecnología de Agentes de *Software* (SHAPCE-TAS) es un sistema de apoyo a la educación presencial que busca adaptar el contenido temático de un curso a los estudiantes que están inscritos en éste, tomando en cuenta su estilo de aprendizaje.

Usuarios del sistema (*Stakeholders*)

Para el desarrollo de SHAPCE-TAS, los usuarios identificados fueron los siguientes:

- Estudiante: representa un estudiante de la FACYT, el cual interactúa con el sistema consultando el material recomendado para cada uno de los temas correspondientes al curso inscrito. Al responder el *test* que suministra el sistema, se le podrá determinar su canal de aprendizaje predominante, con el propósito de proporcionarle todo el material en la versión correspondiente a su canal (se utiliza el *test* propuesto por Metts, 1999).
- Profesor: se refiere a un docente, encargado del mantenimiento y administración del contenido del curso, además de poder llevar un control de los estudiantes inscritos.
- Administrador: es la persona encargada de velar por el correcto funcionamiento del sistema. Este realiza todo el proceso de administración de usuarios y asignación de permisos a distintos niveles de usuario, así como también, velar por el cumplimiento de las tareas de respaldo y recuperación.

Funciones del Sistema

En el siguiente apartado se desglosan algunas de las funciones del Sistema Hipermedia Adaptativo para Contenidos Educativos basado en Tecnología de Agentes de *Software* (ver Tabla 2).

Tabla 2. Funciones de SHAPCE-TAS. Fuente: Autores

Nº	Función	Categoría
1	Mostrar la lección de acuerdo al canal de aprendizaje del alumno.	Evidente
2	Mostrar la lección correspondiente al nivel de conocimiento del alumno.	Evidente
3	Determinar el nivel de rendimiento y captación del contenido por parte del estudiante.	Oculto
4	Considerar las preferencias del usuario, si éste desea consultar en el orden Teoría, Práctica; o Práctica, Teoría.	Oculto
5	Establecer las frecuencias de las evaluaciones.	Evidente
6	Enviar mensaje error si existen problemas de conexión con la base de datos, a través de la aplicación.	Evidente
7	Permitir al estudiante acceder a las diferentes modalidades que provee la herramienta, en relación al sistema de representación de información (canal de aprendizaje visual, kinestésico y auditivo).	Evidente
8	Permitir que el alumno pueda acceder a lecciones ya aprobadas en modo <consulta>.	Evidente
9	Permitir al alumno acceder a la lección inmediatamente posterior a la lección actual, solo para consulta.	Evidente
10	Restringir la evaluación de las lecciones que presentan alguna prelación	Evidente
11	Facilitar al estudiante la consulta de su historial para ver el avance obtenido en el curso.	Evidente

En relación a la definición de requisitos, al seguir la propuesta metodológica se generó el caso de uso general, para el cual se utilizó el lenguaje de modelado UML (*Unified Modeling Language*), versión 2.0. Las Figuras 1 y 2, muestran los casos de uso general para los roles estudiante y agente SHAPCE-TAS.

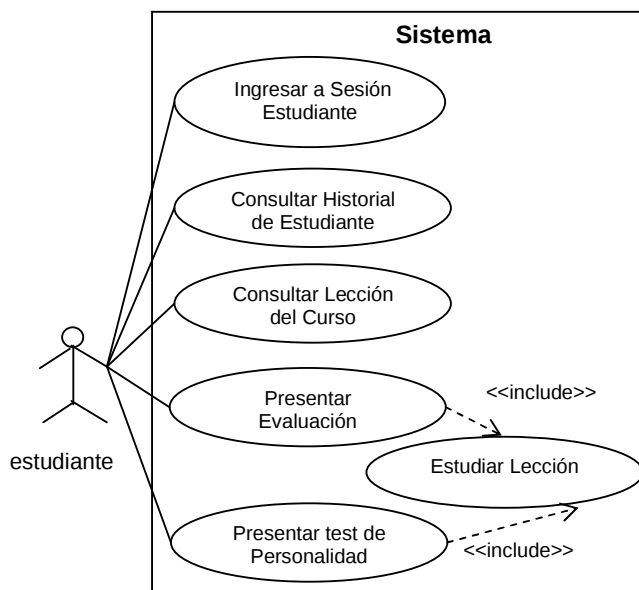


Figura 1. Diagrama de Caso de Uso del estudiante

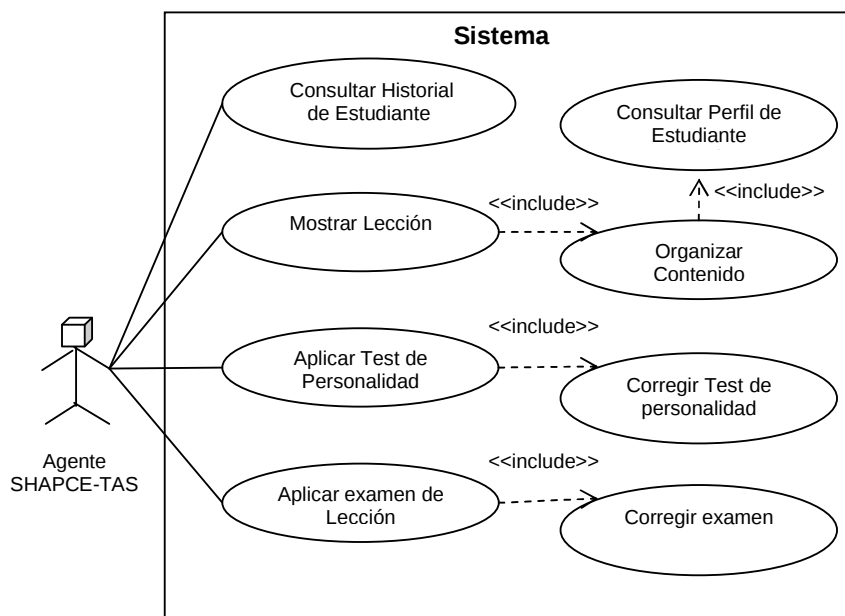


Figura 2. Diagrama de Caso de Uso del agente de software

De acuerdo a las funcionalidades del sistema se identificaron las tareas que podían ser delegadas en el agente de software de manera autónoma y automática, sin la intervención del usuario. El uso de esta tecnología busca liberar de algunas de las tareas realizadas por los docentes, permitiéndoles centrarse en otras más importantes y menos triviales. Para ello, se definieron los

roles, recursos, acciones, planes y tareas específicas, las cuales se rigen por el Patrón SAA (*Software Agent Architecture Pattern*) Cattafi (2004), y se identifican claramente en las Plantillas de Definición de Agentes de Software, Tabla 3.

Para definir los roles se identificaron las actividades significativas que podía realizar el agente de forma independiente (aquellas que exhiben conductas diferentes); a su vez cada rol esta integrado por planes, tareas y creencias, sabiendo que las creencias son conocimientos que el agente asume como ciertos, mientras ejecuta un determinado rol.

Luego de haber identificado los roles, se establecieron los planes (para cada rol en particular), que son todas las posibles actividades específicas de un determinado rol.

En cada plan se desarrollaron las Tareas que el Agente debía realizar en forma secuencial en el tiempo utilizando uno o más recursos. Es importante mencionar que cada plan puede activar uno o más Planes según sea necesario; además cada tarea también puede activar una o más tareas según sea el caso.

Tabla 3. Plantilla de Definición del Agente SHAPCE-TAS, Fuente: Autores

		Referencia
Agente Concreto: SHAPCE-TAS		A1
Comportamiento		R01-A1
Rol 1: Gestor		
Tipo: Reactivo		
Creencias:		
Existe un historial por cada estudiante.		C01-R01-A1
Existe un perfil de cada estudiante.		C02-R01-A1
Plan 1: Conociendo Rendimiento y Características del Estudiante		P01-R01-A1
Recursos:		
Conexión a la base de datos.		R001-P01-R01-A1
Tarea 1: Consultar historial del estudiante		T01-P01-R01-A1
Meta: Historial consultado		M01-T01-P01-R01-A1
Acciones:		
Capturar el ID del estudiante		A01-T01-P01-R01-A1
Activar T01-P01-R03-A1		A02-T01-P01-R01-A1
Abrir conexión con la base de datos		A03-T01-P01-R01-A1
Buscar historial del Estudiante		A04-T01-P01-R01-A1
Consultar el historial del estudiante para el ID dado.		A05-T01-P01-R01-A1
Cerrar conexión con la base de datos		A07-T01-P01-R01-A1
Fin Acciones		
Fin Tarea 1		
Tarea 2: Consultar el perfil del estudiante		T02-P01-R01-A1
Meta: Perfil consultado		M01-T02-P01-R01-A1
Acciones:		
Capturar el ID del estudiante		A01-T02-P01-R01-A1
Activar T01-P01-R03-A1		A02-T02-P01-R01-A1
Abrir conexión con la base de datos		A03-T02-P01-R01-A1
Buscar perfil del ID dado		A04-T02-P01-R01-A1
Hacer consulta de perfil		A05-T02-P01-R01-A1
Cerrar conexión con la base de datos		A06-T02-P01-R01-A1
Fin Acciones		
Fin Tarea 2		
Fin Plan 1		
Fin Rol 1		
Rol 2: Organizador de Contenidos		R02-A1
Tipo: Deliberativo		
Creencias:		
Existe una versión del contenido por cada canal de aprendizaje (visual, kinestésico, auditivo)		C01-R02-A1
Existe un perfil por cada estudiante		C02-R02-A1
Existe un historial para determinar el contenido a mostrar		C03-R02-A1
Existe una Estructura del Contenido		C04-R02-A1
Plan 1: Organizando Contenido a mostrar		P01-R02-A1

Considerando que el sistema ha sido diseñado para adaptar el contenido del curso según el canal de aprendizaje de cada estudiante, así como las preferencias que tenga éste al interactuar con el sistema, se definieron los modelos que conforman la estructura básica de este software, es decir, el modelo de usuario, el modelo de dominio y el modelo de adaptación.

Modelo de Usuario: Con el propósito de representar la relación de los usuarios (estudiantes) con la estructura del curso, fueron almacenados en una Base de Datos aspectos relevantes de éste, como: datos personales, preferencias, canal de aprendizaje, entre otros.

Modelo de Dominio: Para obtener la estructura del contenido a impartir en el curso se utilizó una de las estructuras hipermediales, conocida como Red Semántica (Figura 3), la cual muestra paso a paso los niveles necesarios para que el estudiante pueda ver las lecciones del curso así como también las restricciones establecidas para aprobar una lección, entre otros.

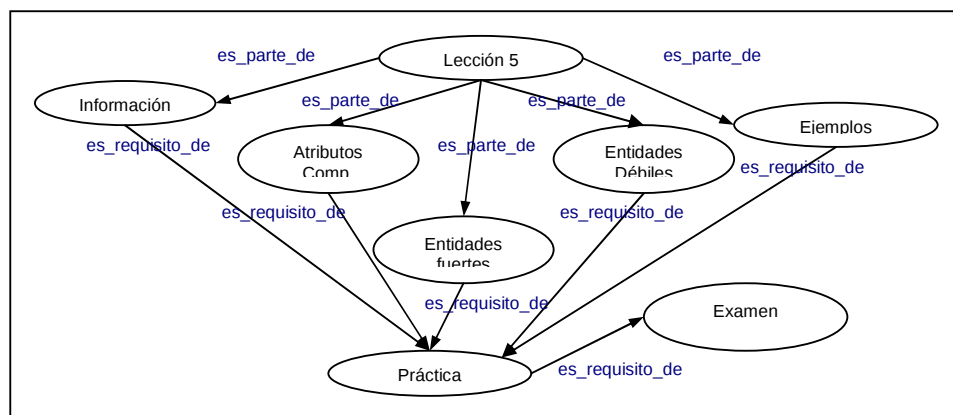


Figura 3. Red Semántica del contenido de la lección 5, para alumnos visuales y auditivos. Fuente. Autores

Modelo de Adaptación: Este modelo contiene la descripción de la forma en que se adapta el contenido, los enlaces y las actualizaciones al modelo de usuario. También se especifican las reglas que debe seguir el motor de adaptación (agente de software) encargado de organizar el contenido a mostrar al estudiante. El método de adaptación usado para llevar a cabo la presentación adaptativa es el de Explicación de Variantes, en conjunto con la técnica de Variantes de Páginas. Asimismo, el método usado para llevar a cabo el “Soporte a la Navegación Adaptativa” es el de “Guía Global”, en conjunto con la técnica de “Guía Directa” señalados por Brusilovsky (1996, 2001).

Para culminar cabe destacar que este sistema se encuentra en fase de evaluación y ha sido adaptado a las necesidades de una asignatura de carácter electivo de la Escuela de Computación de la FACYT. En las figuras 5 y 6, se observan algunas interfaces de SHAPCE-TAS (sistema disponible en <http://mg.facyt.uc.edu.ve/Shapce/>)



Figura 5. Pantalla principal de SAHAPCE-TAS



Figura 6. Acceso al contenido de acuerdo al estilo de aprendizaje

5. Conclusiones

Considerando que las nuevas tecnologías de información y comunicación inciden de manera significativa en todos los niveles del mundo educativo, las cuales representan un potente instrumento que apoya al proceso de enseñanza-aprendizaje, vale la pena destacar que el sistema desarrollado se encuentra estrechamente enlazado con las tecnologías computacionales anteriormente mencionadas, las cuales hicieron posible la construcción de un espacio de aprendizaje personalizado, donde el contenido de una asignatura se adapta al estilo de aprendizaje del estudiante, lo cual lo convierte en una herramienta de gran aporte y significado para la educación tanto presencial como a distancia.

En el ámbito educativo, este sistema exhibe ciertas características que representan un gran aporte para el desarrollo de software educativo. Cabe destacar que la adaptación del sistema viene representada en términos del contenido y del desempeño del estudiante, los cuales son medidos a través de evaluaciones, evitando mediante la adaptación, frustración y desorientación de los estudiantes en la asignatura.

Además, el uso de agentes de software como paradigma de desarrollo constituye un factor clave en el desarrollo del sistema, proporcionando un esquema de comparación para medir el uso y eficiencia del mismo en el proceso de enseñanza.

Para finalizar, al desarrollar este sistema bajo la plataforma J2EE permitió añadirle escalabilidad y portabilidad al mismo, además de aumentar la eficiencia de ejecución de la aplicación al compartir el tiempo de procesamiento entre múltiples procesos, mediante la utilización y sincronización de hilos.

6. Bibliografía

- Alonso C.; Gallego D. & Money P. (2001). Estilos de aprendizaje, los procedimientos de diagnóstico y mejora. 6ª edición. Ediciones Mensajero. Bilbao.
- Arias, M. (2002). Lineamientos Generales Instruccional de Softwares Educativos. Trabajo de Ascenso a Profesor Asistente. Facultad de Ciencias y Tecnología, Universidad de Carabobo. Venezuela.

- Brusilovsky, P. (1996). Methods and techniques of adaptive hypermedia. *User Modeling and User Adapted Interaction*, 6,2-3, 87-129.
- Brusilovsky, P. (2001). Adaptive hypermedia. *User Modeling and User Adapted Interaction*. Alfred Kobsa, ed. 11(1/2), 87-11
- Brusilovsky P., De Bra P. & Houben G. (1999). Adaptive Hipermedia: From Systems to Framework. *ACM Computing Surveys* 31(4es): 12-es.
- Burmeister, B. (1996). Models and methodologies for agent-oriented analysis and design. Technical Report D-96-06, DFKI.
- Cattafi R. & Metzner C. (2004). A Software Agent Architecture Pattern. The 2004 International Business Information Management Conference. Amman, Jordan.
- De Troyer O. & Leune C. (1997). WSDM: A User-centered Design Method for Web Sites. *Proceedings of the 7th International World Wide Web Conference*.
- Errecalde M, 2006. Inteligencia Artificial. Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Inteligencia Computacional (LIDIC). Universidad Nacional de San Luís. Argentina. Extraído el 25 de Enero de 2006 desde <http://www.dirinfo.unsl.edu.ar/~ia/teorias/teo2ia.pdf>
- Felder, R.M. y L.K. Silverman, "Learning and Teaching Styles in Engineering Education", *Engineering Education*, 78, 674-681 (1988).
- Folino J. (1994). El modelo Ned Herrmann. *Revista Prensa Psicológica*, Buenos Aires.
- Garzotto F. & Paolini P. (Visitado 2007, Enero 29). HDM: A Model-based Approach to Hypertext Application Design. *ACM Transactions of Information Systems*. [Documento WWW]. URL <http://www.inf.udec.cl/~yfarran/HDM.htm>
- Gaudioso, E. (2002). Contribuciones al Modelado del Usuario en Entornos Adaptativos de Aprendizaje y Colaboración a través de Internet mediante técnicas de Aprendizaje Automático. Tesis Doctoral. Madrid.
- H  r  n, D; Sala, M. & Pompidor, P. (2002). Evaluating and Revising Courses from Web Resources Educational. *ITS 2002, LNCS 2363*, 208-218.
- Isakowitz T., Stohr E. & Balasubramanian P. (1995). A Methodology for the Design of Structured Hypermedia Applications. *Communications of the ACM*, 8(38), 34-44.
- Julián V. & Botti V. (2003). Estudio de métodos de desarrollo de sistemas multiagente. *Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial*.
- Koch N. (2001). Software Engineering for Adaptative Hypermedia Applications. Ph. Thesis, FAST Reihe Softwaretechnik Vol(12), Uni-Druck Publishing Company, Munich. Germany
- Lange D. (1996). An Object-oriented Design Approach for Developing Hypermedia nformation Systems. *Journal of Organizational Computing and Electronic Commerce*.

- Lee H. Lee C. & Yoo C. (1998). A Scenario-based Object-Oriented Methodology for Developing Hypermedia Information Systems. Proceedings of 31st Annual Conference on Systems Science, Sprague R. (Ed.).
- Metts, Ralph. 1999. Estilos de aprendizaje. Teorías y ejercicios. Santiago de Chile, pp. 32.
- Palacios, L., Arenas, R., Pérez, G. (2003) "Sistemas Hipermedia Adaptativos: una aproximación al tema. Revista Cubana de Informática Médica, No. 2 Año 3. Extraído el 13 de Enero, 2006, de http://www.cecam.sld.cu/rcim/revista_5/articulos_pdf/hipermedia.pdf
- Rossi G., Schwabe D. & Garrido A. (1996). Towards a Pattern Language for Hypermedia Applications. Proceedings of the 3rd Annual Conference on Pattern Languages of Programs 96.
- Salojärvi S.; Saarikoski L. & Del Corso D. (2001). 3DE: an Environment for the Development of Learner-Oriented Custom Educational Packages. International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training (ITHET2001), July 4-6, 2001, Kumamoto, Japan.