



Revista Avances en Sistemas e Informática

ISSN: 1657-7663

avances@unalmed.edu.co

Universidad Nacional de Colombia

Colombia

Arias S., Francisco J.; Jiménez B., Jovani A; Ovalle C., Demetrio A.
Una Aproximación Metodológica para la Construcción de Sistemas Tutoriales Adaptativos Multi-
Agente con Énfasis en el Modelo Pedagógico
Revista Avances en Sistemas e Informática, vol. 4, núm. 3, diciembre, 2007, pp. 85-94
Universidad Nacional de Colombia
Medellín, Colombia

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=133115019007>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Una Aproximación Metodológica para la Construcción de Sistemas Tutoriales Adaptativos Multi-Agente con Énfasis en el Modelo Pedagógico

A Methodological Approach for the Construction of Adaptive Tutorial Multi-Agent Systems with Emphasis on the Pedagogical Model

Francisco J. Arias S. Ing., Jovani A Jiménez B., PhD., Demetrio A. Ovalle C. PhD.

GIDIA: Grupo de Investigación y Desarrollo en Inteligencia Artificial

Escuela de Ingeniería de Sistemas, Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín
{fjarias, jajimen1, dovalle}@unal.edu.co

Recibido para revisión 24 de Septiembre de 2007, aceptado 30 de Noviembre de 2007, versión final 14 de Diciembre de 2007

Resumen—En este artículo se presenta una aproximación metodológica para la construcción de Sistemas Multi-Agente (SMA) Pedagógicos, fundamentada en la arquitectura básica que poseen los Sistemas Tutoriales Inteligentes (STI) la cual se compone de 3 modelos específicos: Modelo del Dominio, Modelo del Estudiante y Modelo Pedagógico. Dicha aproximación metodológica permitirá ofrecer cursos virtuales adaptados a las características que posee cada estudiante (perfil del estudiante individualizado) con énfasis en el desarrollo del modelo pedagógico, el cual es parte fundamental de los STI. Cabe resaltar que esta aproximación metodológica contempla solo algunos aspectos de implementación y validación del STI, los cuales se encuentran enfocados hacia la planificación y replanificación de actividades. Esta tarea es indispensable para los STI y se lleva a cabo haciendo uso de la información que se encuentra estructurada en cada uno de los modelos enunciados anteriormente.

Palabras Clave—Sistema Tutorial Inteligente (STI), Cursos Virtuales Adaptativos, Sistemas Multi-Agente (SMA), Modelo Pedagógico, Aproximación Metodológica, Planificación Instruccional.

Abstract—The aim of this paper is to present a methodological approach for the construction of Pedagogical Multi-Agent Systems (MAS) based on the Tutorial Intelligent Systems (TIS) architecture which is composed of 3 specific models: Domain Model, Student Model, and Pedagogical Model. Such methodological approach will allow offering virtual

adapted courses to the characteristics that each student possesses (individualized student profile) with emphasis on the pedagogical model development which is fundamental part of the TIS. It is important to notice that this methodological approach contemplates only some issues of implementation and validation of the TIS, which are focused on the planning and re-planning of activities. This task is relevant for the TIS and is carried out using the information structured within the models previously mentioned.

Keywords—Tutorial Intelligent System (TIS), Adaptive Virtual Courses, Multi-Agent Systems (MAS), Pedagogical Model, Methodological Approach, Instructional Planning.

I. INTRODUCTION

Los libros de texto o las clases presenciales continúan siendo el apoyo educativo más ampliamente empleado en el proceso de enseñanza / aprendizaje. Normalmente, sus contenidos son desarrollados por un equipo de especialistas en la materia, pero siendo un recurso didáctico de carácter general, la información que contienen puede no adecuarse a las características de los alumnos.

Los problemas asociados con la adaptación al perfil del estudiante de los sistemas pedagógicos computarizados son investigados desde las áreas de los STI [1] y de los SMA [2]; el propósito principal de estos sistemas es facilitar y mejorar en los alumnos y profesores el proceso de enseñanza / aprendizaje. Para ello, se les facilita a los estudiantes

contenidos y recorridos adaptados a sus características, necesidades de formación y a los objetivos educativos que se desean alcanzar. Igualmente, una aplicación con estas características puede monitorear el desempeño de los estudiantes.

Para establecer las principales funciones de los STI, se debe tener en cuenta tres componentes esenciales: El conocimiento acerca del dominio (modelo del dominio), los datos correspondientes a los aprendices (modelo del estudiante) y la información acerca de las estrategias de enseñanza / aprendizaje (modelo pedagógico).

En este artículo se presentará una aproximación metodología para la construcción de un Sistema Multi-Agente de cursos adaptativos, con énfasis en el desarrollo del modelo pedagógico, el cual es parte fundamental para la planificación instruccional en los STI. El resto del artículo está organizado de la siguiente manera: En la sección 2 se presentará una breve descripción del marco teórico de los STI y SMA. En la sección 3 se presentarán los componentes principales de la aproximación metodológica propuesta en este artículo. En las secciones 3.1 a 3.6 se describirán brevemente los componentes presentados en la sección 3, haciendo énfasis en los componentes principales del modelo pedagógico y en las estrategias de planificación que pueden ser utilizadas en este modelo [3]. En la sección 4 se presentará algunos resultados que se obtienen a partir de la planificación de actividades que se realiza para un estudiante con base en su información y a la estructura que posee el modelo pedagógico y finalmente en la sección 5 se presentarán las conclusiones y el trabajo futuro.

II. MARCO TEÓRICO DE LOS STI Y DE LOS SMA

A continuación se presentará una breve descripción de los Sistemas Tutoriales inteligentes y de los Sistemas Multi-Agentes, con el fin de dar a conocer al lector las características principales y los componentes más generales que posee este tipo de sistemas.

A. Sistemas Tutoriales Inteligentes

Un Sistema Tutorial Inteligente es una herramienta cognitiva computarizada que busca mejorar los procesos de enseñanza / aprendizaje de los aprendices a partir de la interacción entre varios modelos: dominio, pedagógico, y estudiante [4] [13]. El término inteligente se refiere a la habilidad que posee el sistema sobre qué enseñar, cuándo enseñar y cómo enseñar imitando la actividad de un profesor real. Para lograrlo, un STI debe identificar las fortalezas y debilidades de un estudiante particular a fin de establecer un plan instruccional que será consistente con los resultados obtenidos. Debe encontrar la información relevante sobre el proceso de aprendizaje de ese estudiante (como sus preferencias en estilos de aprendizaje) y aplicar el mejor medio de instrucción según sus necesidades individuales.

La arquitectura básica de un STI (ver figura 1) consta de varios componentes para modelar el conocimiento a enseñar (plasmado en el modelo del dominio), el seguimiento de la

actividad del estudiante (o modelo del estudiante), el conocimiento pedagógico que será plasmado en un plan instruccional (modelo pedagógico), y la interfaz de comunicación (con el estudiante y con el profesor) [4].

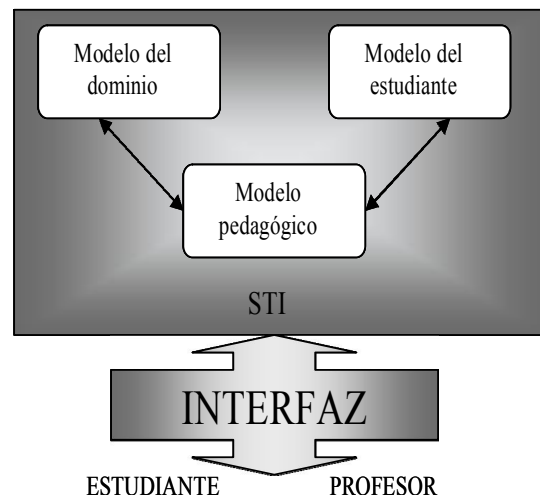


Figura 1. Estructura Básica STI (tomada de [4])

B. Sistemas Multi-Agente

Los Sistemas Multi-Agente provenientes de la Inteligencia Artificial Distribuida (IAD) tratan sobre la coordinación inteligente entre una colección de 'agentes' autónomos o semi-autónomos, que existen dentro de cierto contexto o ambiente, se pueden comunicar entre sí y definen cómo pueden coordinar sus conocimientos, metas, propiedades y planes para la toma de decisiones o para resolver problemas complejos [5]. En otras palabras, un Sistema Multi-Agente es un sistema distribuido en el cual los elementos son sistemas de inteligencia artificial llamados agentes, o bien un sistema distribuido donde la conducta combinada de dichos agentes produce un resultado en conjunto inteligente.

Algunas de las principales áreas de aplicación de la IAD y de los SMA son las siguientes: Sistemas Tutoriales Inteligentes, Comercio Electrónico basado en Protocolos de Subastas, Simulación de Campos de Batalla, Aplicaciones Móviles Ubicuas, Sistemas de Recuperación y Recomendación de Información en la Web, Construcción de sistemas de software complejos basados en agentes, Planificación de Trayectorias en Robótica Móvil, Interpretación de Imágenes de Resonancia Magnética (Radiológicas) y Citológicas (Microscópicas), entre otras.

III. APROXIMACIÓN METODOLÓGICA

Según [4] los Sistemas Tutoriales Inteligentes poseen una arquitectura básica (ver sección 2.1) compuesta por 3 modelos específicos: Modelo del Dominio, Modelo del Estudiante y Modelo Pedagógico.

Teniendo en cuenta estos 3 modelos, se propone en este artículo una aproximación metodológica para la construcción de SMA pedagógicos adaptativos compuesto de las siguientes etapas:

- Especificación de la Estructura Organizacional.
- Identificación de Componentes Principales del Modelo del Dominio.
- Identificación de Componentes Principales del Modelo del Estudiante.
- Identificación de Componentes Principales del Modelo Pedagógico.
- Selección de Estrategias de planificación.
- Identificación de los Actores que Participarán en el Sistema.
- Diseño de un Modelo Multi-Agente Pedagógico Adaptativo.

A continuación se explicará cada una de las etapas que componen la aproximación metodológica, haciendo un

énfasis especial sobre el modelo pedagógico, el cual es un componente fundamental en cualquier STI.

A. Especificación de la Estructura Organizacional

El objetivo principal de esta etapa es obtener un primer acercamiento de la arquitectura que debe poseer el Sistema Tutorial Inteligente.

La estructura organizacional puede ser diseñada con una configuración similar a la que se presenta en la figura 2, la cual permite suministrar un aprendizaje individualizado y tutoría flexible, de tal manera que se pueda proporcionar a los estudiantes un recurso didáctico adaptado a sus características y necesidades educativas.

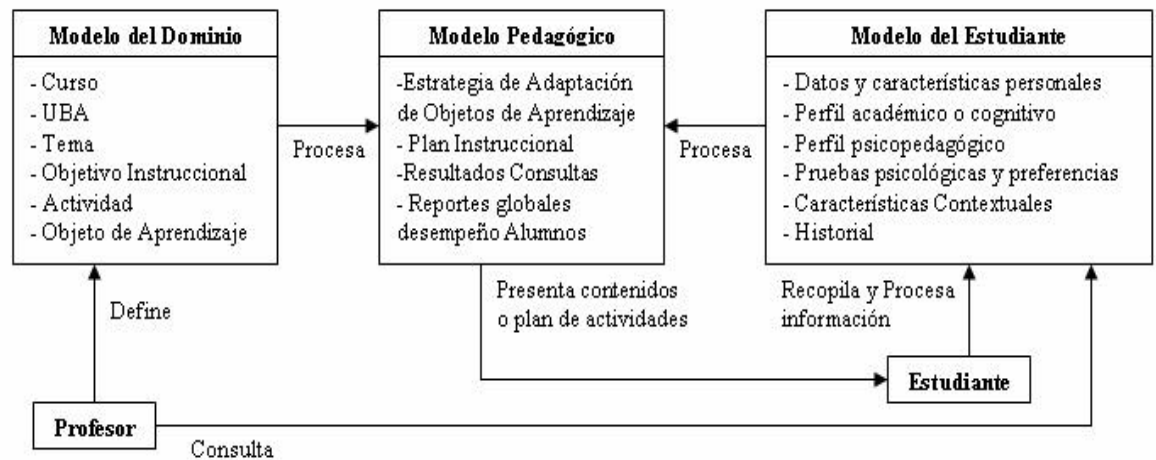


Figura 2. Estructura Organizacional del STI

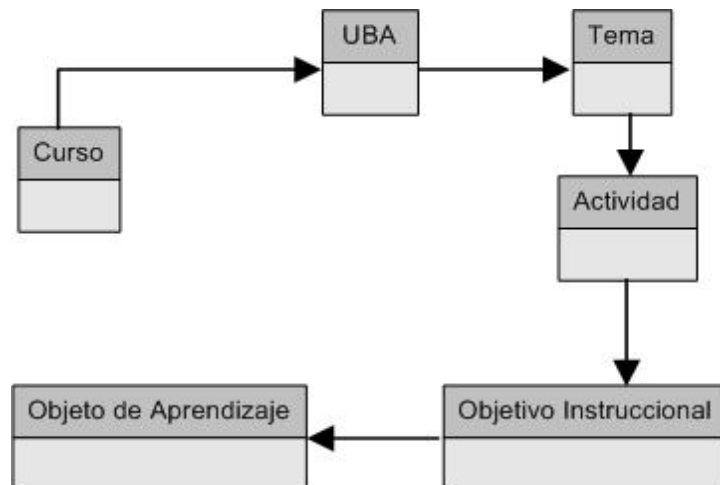


Figura 3. Estructura del Modelo del Dominio de un STI



Figura 4. Estructura del Modelo del Estudiante de un STI

B. Identificación de Componentes Principales del Modelo del Dominio

En esta etapa se definen los componentes principales del Modelo del Dominio, el cual comprende los conocimientos que se desean transmitir a los alumnos (el qué enseñar). Para ello, debe describir la estructura o forma en que éstos se encuentran organizados, así por ejemplo: textos, imágenes, ejercicios, etc.; además de información relativa a su importancia, dificultad, relaciones, etc [10] [11].

La estructura u organización del modelo del dominio se puede dar de tal manera que el conocimiento se divida por Cursos, los cuales se componen a su vez de Unidades Básicas de Aprendizaje (UBAs) que se encuentran conformadas por temas; y dichos temas tendrán asociados uno o varios Objetivos instruccionales los cuales se podrán alcanzar por medio del desarrollo de una o varias actividades las cuales tienen asociados uno o varios Objetos de Aprendizaje (ver figura 3).

C. Identificación de Componentes Principales del Modelo del Estudiante

Un sistema interactivo, para adaptar su comportamiento a las necesidades del usuario debe ser capaz de construir dinámicamente una representación de los intereses del usuario y sus características [12]. Por esta razón definir correctamente el modelo del estudiante es una etapa muy importante en los sistemas adaptativos, este debe ser explícito y debe representar el conocimiento, las metas, los intereses y otras características que permitan al sistema distinguir entre varios usuarios [6]. Las características que se almacenan del estudiante son relevantes en el desempeño del sistema así como sus interrelaciones.

Los elementos de información del estudiante que el sistema almacenará con fines adaptativos son [7]: datos y características personales, perfil académico, perfil personal [14] [15], características contextuales, historial y conocimiento de las tareas (ver figura 4).

D. Identificación de Componentes Principales del Modelo Pedagógico

En esta etapa se definen los componentes principales del Modelo Pedagógico. Como se explicó anteriormente, un curso se compone de varios UBAs, por ejemplo el curso de CLIPS esta conformado de la siguiente manera:

- UBA 1. Introducción a los sistemas basados en conocimiento
- UBA 2. Introducción a la herramienta clips
- UBA 3.

Estas UBAs están divididas a su vez en varios temas; por ejemplo para la UBA 2 tenemos los siguientes temas:

- Tema 1. Conociendo el entorno de la herramienta CLIPS
- Tema 2. Variables

Cada tema posee uno o varios Objetivos instruccionales, por ejemplo para el Tema 1 de la UBA 2 podríamos tener los siguientes Objetivos:

- Objetivo 1: Conocer y entender los principios básicos para los que fue desarrollada esta herramienta.
- Objetivo 2: Identificar los componentes principales, que componen la estructura de la herramienta.
- Objetivo 3.

Cada Objetivo Instruccional puede ser alcanzado con una o varias actividades, por ejemplo para el Objetivo Instruccional 2 del Tema 1 de la UBA 2 podríamos tener las siguientes Actividades:

- Actividad 1: (leer, ver o escuchar) Sobre componentes básicos de CLIPS.
- Actividad 2: (Armar o ver) imagen componentes básicos.
- Actividad 3.

Con base en esta estructura organizacional de cursos, el modelo pedagógico debe adaptar los planes de actividades para cada UBA o cada tema que compone un curso, y por esta

razón este modelo debe estar conformado por un conjunto de estrategias de adaptación de Objetos de Aprendizaje, el cual basado en la información que recibe de los modelos del dominio y del estudiante debe planificar o replanificar las acciones pedagógicas a seguir.

Este modelo puede ser desarrollado haciendo uso de mecanismo de inferencia o por medio de programación procedural, siempre y cuando se disponga de una base de datos estructurada con cada uno de los componentes que posee un curso y que represente las relaciones y prerrequisitos que existen entre ellos. Para representar dichas relaciones entre objetivos instruccionales se propone realizar un grafo que represente las prioridades y relaciones que existen entre cada objetivo instruccional para cada tema, como se presenta en la figura 5.

Además de adaptar el plan de actividades el modelo pedagógico debe ser el encargado de mantener información

general del desempeño del sistema y de los estudiantes, presentar resultados de evaluaciones, informes de estudiantes y pruebas de inscripción. Por esta razón se hace necesario introducir en este módulo los siguientes componentes:

- Estadísticas: Este componente debe organizar, controlar y mantener la información correspondiente al uso del sistema.
- Reporte global de alumnos: Este componente debe organizar, controlar y mantener la información correspondiente a las estadísticas globales de los estudiantes.
- Resultados de evaluación e informes: Este componente debe ser el encargado de obtener la información correspondiente a las evaluaciones o al desempeño de los estudiantes, para presentar los resultados a los profesores y estudiantes.

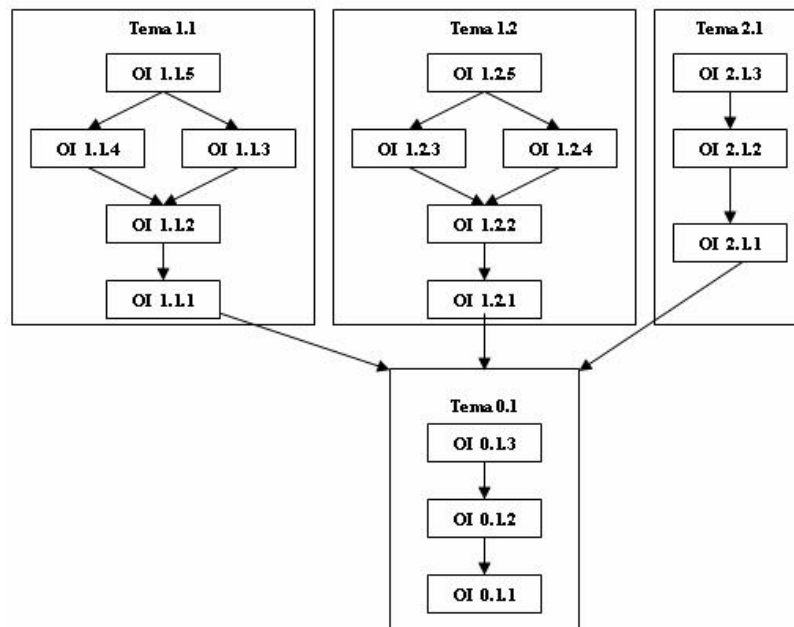


Figura 5. Representación de prerrequisitos entre Objetivos Instruccionales

E. Selección de Estrategias de Adaptación

En esta etapa se seleccionan las estrategias de adaptación acordes al perfil del aprendiz. Dentro de las estrategias de adaptación que se usan en los sistemas de enseñanza y aprendizaje por computador se encuentra la secuenciación del currículo, en la cual se busca que la secuencia de contenidos a aprender y las tareas de aprendizaje se ajusten al estudiante de forma individualizada.

Este tipo de estrategia es usada en casos donde los estudiantes presentan necesidades educativas especiales porque se facilita el proceso de enseñanza / aprendizaje [8]. A partir de modificaciones sobre el currículo ordinario, se busca

dar respuesta a la diversidad individual independientemente del origen de las diferencias de: historial personal, historial educativo, motivación e intereses, ritmo y estilo de aprendizaje.

Otras estrategias de adaptación que pueden ser aplicadas por este módulo son: la estrategia del análisis inteligente de las soluciones de los aprendices y la estrategia de soporte interactivo de solución de problemas. La primera estrategia de adaptación estudia las respuestas finales que brindan los aprendices a los problemas presentados sin importar que estos sean de menor o mayor complejidad ni como esas respuestas fueron obtenidas. La segunda estrategia tiene por objetivo,

proveer al aprendiz de ayuda inteligente sobre cada paso de la resolución de un problema.

Un sistema implementado con esta tecnología puede mirar las acciones del aprendiz, entenderlas y usar este conocimiento para proveer ayuda y actualizar el Módulo Alumno.

Por otro lado, las UBA pueden contener problemas resueltos, lo cual es útil en un contexto de solución de problemas basado en ejemplos, en donde los aprendices pueden resolver nuevos problemas usando estos ejemplos o su propia experiencia. En este contexto un STI ayuda a los aprendices mediante sugerencias sobre los casos más relevantes relacionados con el nuevo problema pero desde los problemas anteriormente presentados y resueltos por los aprendices. [9].

F. Identificación de los Actores que Participarán en el Sistema.

Luego de realizar cada una de las etapas anteriores, se logra entender de forma clara todos los componentes que pueden conformar un STI y es posible entonces entrar en la etapa de identificación de los actores que componen un sistema de este tipo. Algunos actores que se pueden identificar inmediatamente son:

- **Profesores:** Los profesores son aquellas personas que se encargan de enseñar un determinado curso que tiene que ver con una determinada ciencia o arte, por esta razón poseen conocimientos y habilidades pedagógicas para ser agentes efectivos del proceso de aprendizaje. De esta manera, su principal función será construir y modificar el módulo del dominio (ver sección 3.1), construyendo y modificando las Unidades Básicas de Aprendizaje y los Objetos de Aprendizaje.

Por otro lado, los profesores deben realizar un seguimiento continuo acerca del desempeño de los estudiantes, lo cual conlleva a una constante validación del personal inscrito en el curso, verificación de calificaciones y consulta los informes correspondientes a los objetivos instruccionales que los estudiantes han aprobado.

- **Estudiantes:** Sin lugar a duda son el elemento más importante en el diseño y construcción de un STI. Su principal objetivo en el sistema es obtener el conocimiento acerca de un determinado curso (en el que se debe inscribir), lo cual se pretende obtener por medio del estudio de las UBAs y de los Objetos de Aprendizaje que se presentan en un plan instruccional que será adecuado a un perfil académico y personal del estudiante. Dichos perfiles se pueden obtener por medio de pruebas psicológicas y personales. Los estudiantes también les interesan mantenerse informados acerca de su desempeño en el curso, lo cual conlleva a una constante revisión de calificaciones y de objetivos instruccionales aprobados. A medida que el sistema interactúa con este actor el módulo del estudiante (ver sección 3.2) se va actualizando.

- **Planificador (Modelo Pedagógico):** La principal función

de este actor es adaptar un plan de estudio, para que el estudiante sea guiado por el sistema a través del proceso de enseñanza como si lo hiciera un profesor real, el cual tiene la capacidad de brindar una enseñanza individualizada.

G. Diseño de un Modelo Multi-Agente Pedagógico Adaptativo.

En esta etapa se busca identificar un modelo que represente la organización de los actores identificados en la etapa anterior (ver figura 6), en la cual se representan cada uno de los agentes y usuarios que intervendrán en el sistema.

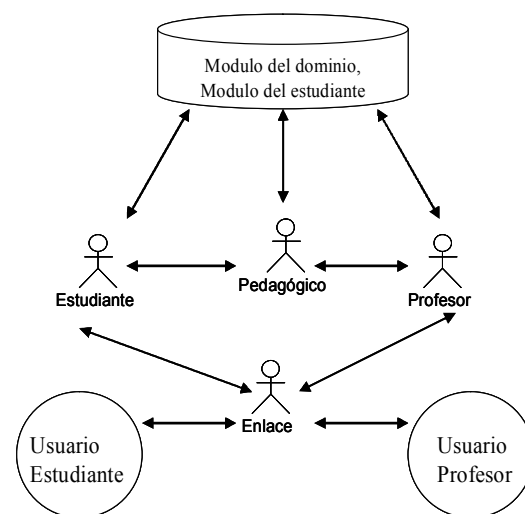


Figura 6. Modelo de la organización, enfocado al agente pedagógico

IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Un prototipo de Sistema Multi-Agente Pedagógico Adaptativo, utilizando esta aproximación metodológica, está siendo diseñado y construido para el proyecto de investigación “Modelo de sistema multi-agente de cursos adaptativos integrados con ambientes colaborativos de aprendizaje”[4]. Este prototipo planifica inicialmente el aprendizaje de un estudiante específico para el curso de CLIPS (C Language Inference Production System) en el área de Inteligencia Artificial. Adicionalmente, replanifica dinámicamente las actividades según los logros obtenidos por él. Las figuras 7 a la 11 muestran interfaces desplegadas por el sistema para un estudiante registrado en el curso de CLIPS.

Cabe señalar que para realizar la planificación inicial de actividades de un curso para un estudiante específico, utilizando la estrategia de secuenciación del currículo, se deben tener en cuenta los siguientes pasos:

- Cuando se crea un curso en el Sistema, el agente pedagógico debe guardar en una Base de Datos la información de los prerrequisitos y relaciones que existen entre cada uno de los objetivos instruccionales que componen el curso.

- Cuando un estudiante se registra, el agente evaluador debe aplicar evaluaciones psicopedagógicas que permitan capturar los estilos de aprendizaje que tiene el estudiante.

- Cuando un estudiante se inscribe en un curso que se encuentra disponible en el STI, el agente pedagógico debe guardar para cada estudiante los Objetivos Instruccionales del curso y campos adicionales que indiquen el estado (Pendiente, Habilitado, Estudiado, Aprobado) de cada uno de los objetivos según el avance del estudiante (ver figura 7).

En el momento que un estudiante desea estudiar por primera vez el curso en el cual se inscribió, el agente pedagógico revisa la información que se encuentra almacenada en el sistema y verifica los objetivos instruccionales que se encuentran habilitados para dicho estudiante, y en base a estos datos recuperados crea un listado con los temas que esta persona puede estudiar.

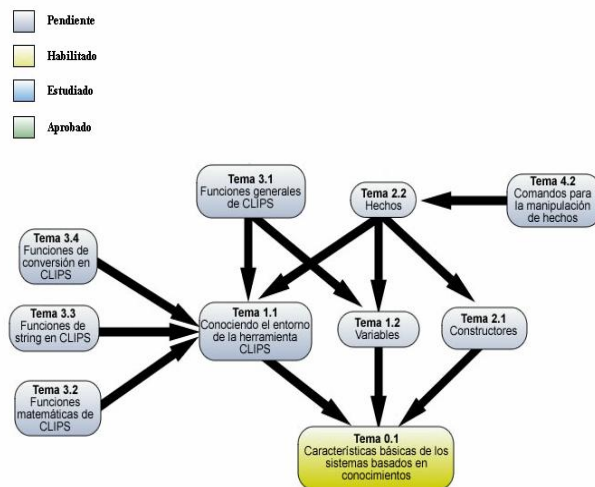


Figura 7. Interfaz del estado inicial del curso CLIPS

Por ejemplo en la figura 8 se presenta solo el tema 0-1 “Características básicas de los sistemas basados en conocimientos” disponible para el estudiante “Francisco Javier Arias Sánchez”.

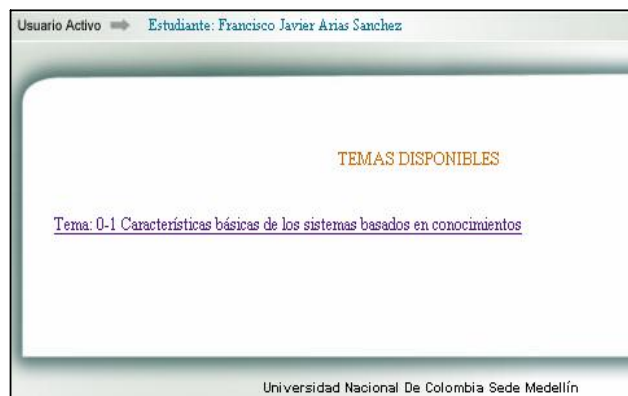


Figura 8. Planificación inicial de temas para el curso CLIPS

Al seleccionar uno de los temas que se encuentran disponibles, el agente planificador se encarga de llevar a cabo la planificación de un conjunto de actividades con su respectivo objeto de aprendizaje. La selección del Objeto de

Aprendizaje es llevada a cabo teniendo en cuenta la información acerca del estilo de aprendizaje y con la ayuda del historial del desempeño del estudiante (ver figura 9).

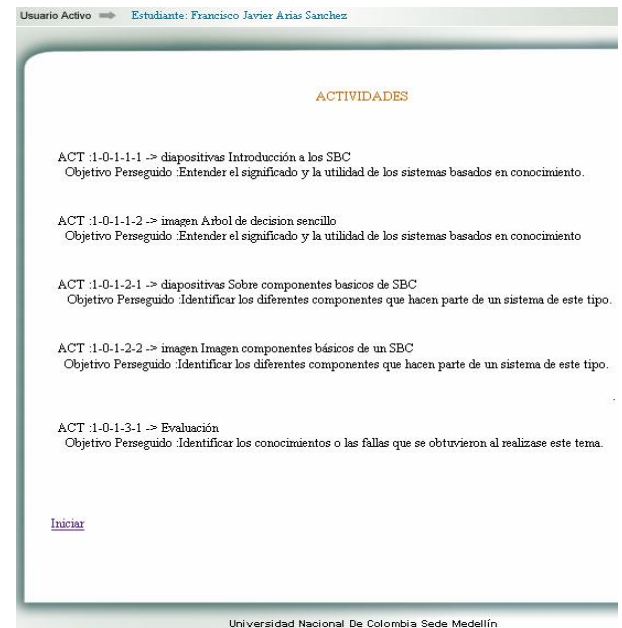


Figura 9. Actividades planificadas para un tema específico seleccionado

Cuando un estudiante finaliza la revisión de las actividades, el agente evaluador se encarga de evaluarlo y calificarlo, de tal manera que al retomar el curso el agente planificador pueda replanificar los temas (ver figura 10) teniendo en cuenta sus prerrequisitos y el estado del curso según el desempeño del estudiante.

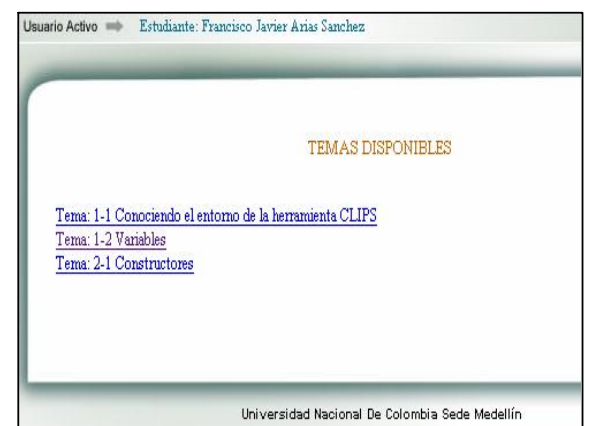


Figura 10. Replanificación de Temas para el curso CLIPS

En la figura 11 se puede observar la interfaz arrojada por el sistema del estado actual del curso CLIPS para un estudiante después de haber logrado todos los objetivos instruccionales del tema 0.1.

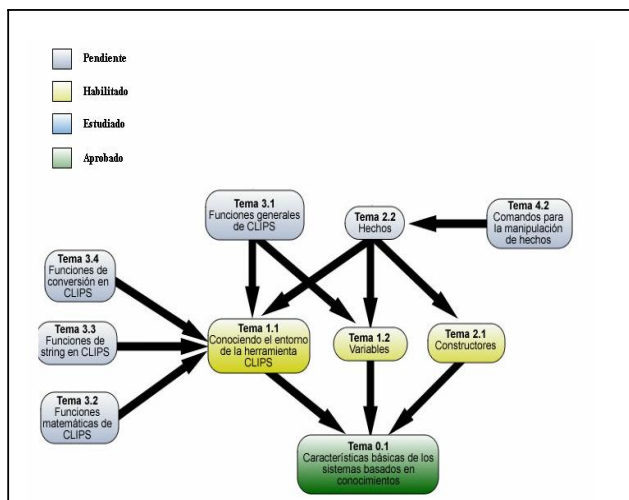


Figura 11. Interfaz del Estado Actual del curso CLIPS, después de que el estudiante logra algunos objetivos del curso.

V. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

Es claro que los STI son catalogados como herramientas muy efectivas para facilitar a los alumnos el proceso de enseñanza / aprendizaje, debido a que por medio de ellos se facilita a los estudiantes contenidos y recorridos adaptados a sus características, necesidades de formación y a los objetivos educativos que se desean alcanzar.

Puesto que los STI son herramientas muy modulares, que presentan objetivos muy específicos y que requieren de una constante comunicación e interacción entre sus módulos; implementar una solución a partir de un modelo Multi-Agente puede traer buenos resultados.

Aunque el sistema Multi-Agente propuesto se encuentre enfocado hacia el modelo pedagógico del STI, es claro que esta aproximación metodológica recoge los componentes principales que conforman un Sistema Multi-Agente adaptativo.

Como Trabajo Futuro se pretende integrar esta aproximación metodológica con herramientas computacionales que permitan el desarrollo de Sistemas Multi-Agente Pedagógicos y así cubrir las etapas posteriores a las propuestas en este artículo las cuales contemplan el diseño, la implementación y la validación del sistema.

AGRADECIMIENTOS

El trabajo presentado en este artículo fue financiado por el proyecto de investigación de la DIME titulado: “Modelo de sistema Multi-Agente de cursos adaptativos integrados con ambientes colaborativos de aprendizaje.”, de la Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín.

REFERENCIAS

[1] Ovalle, D.; Jiménez, J. (2004) Entorno Integrado de Enseñanza/Aprendizaje basado en Sistemas Tutoriales Inteligentes & Ambientes Colaborativos. En: Revista

Iberoamericana de Sistemas, Cibernética e Informática Vol. 1, No 1.

- [2] Jiménez, J.; Ovalle, C.; Vicari, R. (2005) Sistema Multi-Agente para entornos integrados de ITS & CSCL. En: 4ta Conferencia Iberoamericana de Sistemas, Cibernética e Informática CISC2005, USA.
- [3] Jiménez, J. (2001) Un modelo de integración de sistemas tutoriales inteligentes y ambientes colaborativos de aprendizaje bajo el esquema de Universidad Virtual. Tesis de Maestría en Ingeniería de Sistemas, Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín, 2001.
- [4] Ovalle, D et al. (2007) Análisis funcional de la estrategia de aprendizaje individualizado adaptativo. Proyecto de investigación – DIME – Vicerrectoría de Investigación. Modelo de sistema multi-agente de cursos adaptativos integrados con ambientes colaborativos de aprendizaje.
- [5] Arias, F; Marulanda, J; Ovalle, D. (2006) Diseño y Desarrollo de Mecanismos de Razonamiento Multi-Agente para la Negociación de Energía Eléctrica Utilizando JESS Y JADE. Revista Avances en Sistemas e Informática, ISSN 1657-7663, Volumen 3, Número 1, pp. 51 - 56.
- [6] Jiménez, J. (2002) Modelo de Integración de Ambientes Individualizados y Colaborativos de Aprendizaje: Nuevo Paradigma Educativo.
- [7] Duque, N. (2007) Informe de avance de Tesis de Doctorado en Ingeniería-Sistemas. Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín.
- [8] Díaz, P.; Ruiz, R. (2007) Adaptaciones Curriculares (I). En: www.down21.org/educ_psc/educacion/Curricular/adaptacion_curricular.htm
- [9] Jiménez, J. (2006) Un Modelo de Planificación Instruccional usando Razonamiento Basado en Casos en Sistemas Multiagente para entornos integrados de Sistemas Tutoriales Inteligentes y Ambientes Colaborativos de Aprendizaje. Tesis de Doctorado en Ingeniería - Sistemas, Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín.
- [10] Duque M, N., Ovalle, D., Jiménez, J. (2006) Artificial Intelligence for Automatic Generation of Customized Courses. EDMEDIA 2006' World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunications. USA.
- [11] Duque M, N, Jiménez R, C. (2004), Modelo de Generación de Cursos Virtuales Adaptados al Perfil del Estudiante. Presentado en LatinEduca2004. Disponible en <http://www.latinEduca2004.com>.
- [12] Duque M, N, Jiménez R, C, Guzmán, J. (2005), AI Planning for Automatic Generation of Customized Virtual Courses. Frontiers in Artificial Intelligence and Applications. IOS Press, Vol 117. Amsterdam.
- [13] Brusilovsky, P., Maybury, M. (2002), From Adaptive Hypermedia to the Adaptive Web. Communication of the ACM. Vol 45 No. 5.
- [14] Felder, R., Spurlin, J., (2005) Applications, Reliability and Validity of the Index of Learning Styles, Int. J. Engng Ed. Vol. 21, No. 1, pp. 103-112.
- [15] Ponsoda, V., Hontangas, P., Olea, J., (2004) Los Test Adaptativos Informatizados: Investigación Actual, Metodología de las Ciencias del Comportamiento, pp. 505-510, España.

Francisco Javier Arias Sánchez. Ingeniero de Sistemas e Informática de la Facultad de Minas de la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín. Integrante del GIDIA: Grupo de Investigación y Desarrollo en Inteligencia Artificial, Categoría A de Colciencias. Ha trabajado, durante los últimos dos años, como monitor académico de investigación, en los tres proyectos del GIDIA titulados: "Diseño e implementación de un sistema multi-agente que simule el comportamiento del mercado energético en Colombia", "Modelo de Sistema Multi-Agente de Cursos Adaptativos Integrados con Ambientes Colaborativos de Aprendizaje" y "Herramientas informáticas para el diagnóstico automático de eventos en líneas de transmisión de energía eléctrica", este último en colaboración con GAUNAL (Grupo de Automática de la Universidad Nacional de Colombia), ISA y cofinanciado por Colciencias.

Jovani Alberto Jiménez Builes. Profesor Asistente, Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín. Coordinador de Servicios Académicos Virtuales de la UNAL Sede Medellín. Coordinador de la Comisión Pedagógica de la Facultad de Minas. Doctor en Ingeniería Sistemas e Informática, Universidad Nacional de Colombia. Pasantía Doctoral Grupo de Inteligência Artificial Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Brasil. Magister en Ingeniería de Sistemas de la Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín. Licenciado en Docencia de Computadores, Universidad de Medellín – Colombia. El área de énfasis de su investigación es Inteligencia Artificial, más específicamente Inteligencia Artificial en Educación, Sistemas Tutoriales Inteligentes, Sistemas basados en CBR (CaseBased Reasoning) y Técnicas de Planificación Instruccional. Adicionalmente, trabaja sobre un proyecto de Robótica Colaborativa utilizando Técnicas de Inteligencia Artificial Distribuida.

Demetrio Arturo Ovalle Carranza. Profesor Asociado, Universidad Nacional de Colombia sede Medellín. Director de la Escuela de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín. Director del GIDIA: Grupo de Investigación y Desarrollo en Inteligencia Artificial, Categoría A de Colciencias. Ingeniero de Sistemas y Computación, Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia (1984). Magister en Informática del Institut National Polytechnique de Grenoble, Francia (1987). Doctor en Informática de la Université Joseph Fourier, Francia (1991). El área de énfasis de su investigación es Inteligencia Artificial, más específicamente Sistemas Híbridos Inteligentes integrando Redes Neuronales, Sistemas de Lógica Difusa y Sistemas Multi-Agente aplicados a la Simulación de los Mercados de Energía y a la Detección de Fallas en Líneas de Transmisión. Otros tópicos de investigación que trabaja actualmente son: Inteligencia Artificial en Educación, Sistemas Tutoriales Inteligentes, Sistemas basados en CBR (Case- Based Reasoning) y Técnicas de Planificación Inteligente aplicadas a la Construcción de Sistemas de Composición de Servicios Web.

