

# MODELO DE SISTEMAS TUTORES INTELIGENTES MULTIAGENTE

Alejandro Ferrer  
Félix Aníbal Vallejos  
Elizabeth Jiménez Rey  
María D. Grossi  
Arturo C. Servetto  
Gregorio Perichinsky

Departamento de Computación, Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires  
Ciudad Autónoma de Buenos Aires, San Telmo, Argentina

## RESUMEN

Se presenta una línea de investigación del Proyecto de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires I015: Manufactura Integrada por Computadora en Sistemas Complejos para el Desarrollo Social, Industrial y de Tecnología.

Se introduce conceptos básicos de los campos en los que incursiona esta línea de investigación: Sistemas Tutores Inteligentes (STI) y Sistemas Multiagentes (SMA).

Se describe los aspectos esenciales que se deben considerar en el modelado de un sistema tutor inteligente utilizando la tecnología de agentes y se propone el modelo de uno en particular, especialmente su modelo de datos.

**Palabras Clave:** Tecnología Aplicada a la Educación. Sistemas Tutores Inteligentes.

## SISTEMAS TUTORES INTELIGENTES

### Introducción

La idea de aprovechar herramientas informáticas en la enseñanza se remonta a los años 50. Un Sistema Tutor Inteligente (STI) es un sistema de enseñanza asistida por computadora, que utiliza técnicas de Inteligencia Artificial (AI), principalmente para representar el conocimiento y dirigir una estrategia de enseñanza.

Se les atribuye "inteligencia" a estos sistemas por su capacidad de resolver los problemas que presenta a los estudiantes y de explicar cómo lo hacen. Los STI se caracterizan por representar separadamente la materia que se enseña (modelo del dominio) y las estrategias para enseñarla (modelo pedagógico). Por otro lado, caracterizan al alumno (modelo del estudiante) para procurar una enseñanza individualizada. Además, de una manera cada vez más necesaria y al igual que cualquier software que se comunica con usuarios, la interfaz de comunicación se corresponde con un módulo bien planificado, de fácil manipulación y que favorece el proceso de comunicación tutor-alumno. [5]

### Arquitectura

Los STI poseen una estructura modular donde cada módulo además de desempeñar una función específica dentro de la arquitectura, está interrelacionado y en sincronía con los demás. [7]

**Módulo del Alumno:** Almacena informaciones específicas para cada estudiante de forma individual. Como mínimo, este módulo debe mantener un histórico sobre cómo está trabajando el estudiante con el material en cuestión. Es interesante también mantener registro sobre los errores del estudiante. El módulo del alumno representa el conocimiento y las habilidades cognitivas del alumno en un momento dado. Contiene una representación del estado del conocimiento del alumno en el momento que interactúa con el STI. A partir de ese modelo y del contenido representado en la base del dominio, el sistema debe ser capaz de inferir la mejor estrategia de acción a ser utilizada para cada alumno. [5]

**Módulo Tutor:** El módulo pedagógico ofrece una metodología para el proceso de aprendizaje. Posee el conocimiento sobre las estrategias y tácticas para seleccionarlas en función de las características del alumno y determina la manera en que la información será representada. Ejecuta el diagnóstico del conocimiento del alumno [7]. Las entradas de este módulo son ofrecidas por el Módulo del Alumno.

**Módulo del Dominio:** El módulo del dominio almacena la información que el tutor está enseñando. El modelado del conocimiento a ser transferido es de gran importancia para el éxito del sistema como un todo. Se debe procurar una representación del conocimiento que esté preparada para el crecimiento incremental del dominio. Este modelo sirve como base para la construcción del Modelo del Alumno [7].

**Interfaz:** Intermedia la interacción entre el tutor y el alumno. Presenta el material apropiado al nivel de entendimiento del alumno y mantiene la coherencia en las explicaciones [7].

## SISTEMAS MULTIAGENTE

### Antecedentes

Actualmente muchos de los ambientes de enseñanza y de aprendizaje computarizados en la modalidad de STI utilizan la tecnología de agentes en su proyecto. Este abordaje orientado a agentes, sustituye a los módulos de la arquitectura tradicional por una sociedad de agentes que trabajan en forma cooperativa usando diversas técnicas de IA e integrados como un SMA. [3]

### Fundamentos

Los SMA constituyen un tratamiento de la IAD cuyo foco de investigación son los agentes.

Un *Agente Inteligente* es, desde un punto de vista ideal, aquel que responde al ambiente con la mejor decisión posible en una situación dada. Un agente se puede definir como una entidad de software que exhibe un comportamiento autónomo, que está situado en algún ambiente sobre el cual es capaz de realizar acciones para alcanzar sus propios objetivos de proyecto y a partir del cual percibe alteraciones. Posee un conjunto de propiedades específicas asociadas a su papel en la sociedad multiagente donde está inserto. Deben ser racionales, de tal forma que tomen la mejor decisión posible en un momento dado.

Siendo un agente una entidad que encapsula conocimiento sobre algún dominio, nada más natural que agrupar agentes que poseen parte del conocimiento involucrado en la estrategia de resolución de un problema y que, a partir de eso, interactúen con el objetivo de complementar sus habilidades. Se puede componer una sociedad de agentes donde para cada agente se proporcione un subconjunto de las habilidades requeridas por la estrategia de solución, donde a cada uno se le asigne parte de las tareas a ser cumplidas, de acuerdo con su disponibilidad de recursos. A este agrupamiento se le denomina SMA. [4]

### Aspectos a Considerar en el Proyecto de un SMA

Las características de los paradigma multiagente impone necesidades que deben ser viabilizadas para que el sistema pueda ser considerado eficaz. Moulin y Chaïb-Draa proponen un marco de trabajo que ofrece una estructura de análisis y clasificación de la mayor parte de las actividades de investigación en SMA, del cual se pueden citar dos perspectivas [4].

**Perspectiva del Agente:** enfoca elementos que caracterizan el agente involucrado en un SMA. Son ellos: categorías de agente, estructura y mantenimiento del conocimiento, habilidades de razonamiento, habilidades de adaptación y aprendizaje, y arquitecturas de agente.

**Perspectiva de Grupo:** reúne aspectos de grupo, tales como: organización, coordinación, cooperación, negociación, comportamiento

coherente, planeamiento, comunicación e interacción. Estos aspectos se pueden agrupar en:

- *Aspectos fundamentales:* garantizan la compatibilidad entre las acciones de los agentes que constituyen el sistema.
- *Aspectos Arquitecturales:* definen las características que deben ser suministradas para la viabilización de los aspectos fundamentales dentro de un SMA.
- *Aspectos Ambientales:* definen las características del ambiente en el cual se insertarán los agentes del SMA.

### Modelado de STI con SMA

La característica esencial del abordaje SMA es la filosofía de resolución distribuida de problemas, en la cual se adopta una estrategia de dividir para conquistar. La resolución cooperativa distribuida de problemas consiste en que un problema se divide en subproblemas y cada uno se soluciona separadamente por medio de un agente, cada uno de ellos comunicándose o cooperando entre sí cuando fuera necesario, con la idea básica de que la suma de los resultados locales corresponderá a la solución del problema general. [2]

Las propuestas de utilización de arquitecturas SMA en STI aportan una gran ventaja en relación a las arquitecturas tradicionales de STI por presentar flexibilidad en el tratamiento de los elementos que componen el sistema. Además, el hecho de usar agentes para modelar sus componentes, posibilita el agrupamiento de la arquitectura tradicional (un módulo = un agente) o la explosión de cada módulo en varios agentes. [1]

### MODELO

El diagrama de clases entidad de esta sección modela la información maestra del sistema, relativa al dominio de conocimiento o situación del sistema tutor.

Para cada alumno registrado en el sistema los agentes del módulo de interacción registrarán referencias a estos datos como información transaccional, es decir, para reflejar las veces que el alumno accedió a cada material (agente monitor de navegación) y características de su interacción con el mismo (agente monitor de concentración), así como la calificación de las evaluaciones que se le hayan efectuado (agente de registro de evaluaciones).

Cabe destacar que este modelo permite evaluar tanto conocimientos como habilidades, y tanto en función de la organización temática del dominio como en función de cuánto ha aprehendido el alumno los principios fundamentales del campo disciplinar que cruzan horizontalmente los temas. El módulo tutor o de ofrecimientos se organiza con un conjunto de agentes representantes de distintas estrategias de enseñanza, compuestos a su vez por un agente del saber y otro del saber hacer, que

negociarán sus interacciones en función de la evolución de cada alumno.

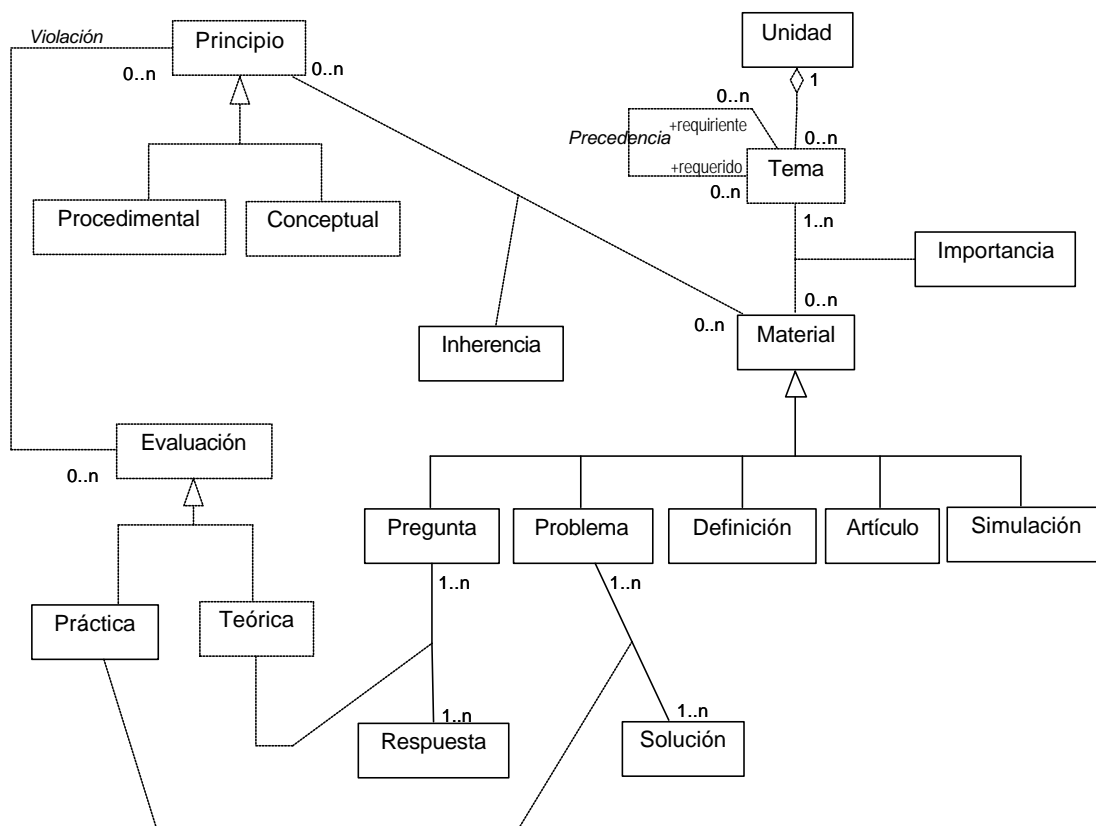
Cada agente tutor analizará la información registrada para un alumno cuando éste se conecte, y en función de su interacción con el sistema en la sesión actual y del historial de interacciones negociará con el resto de los agentes tutores su participación para presentarle material o evaluaciones.

La clase asociación Inherencia se caracteriza por un escalar entre 0 y 1 que represente el grado de compromiso de un material con el principio asociado.

La clase asociación Importancia se caracteriza por un valor escalar entre 0 y 1 que represente el grado de importancia o de contribución de un material con el tema asociado.

Preguntas y Problemas se clasifican como material, ya que pueden ser presentadas al alumno junto con las respuestas y soluciones acertadas o alternativas como una estrategia de enseñanza por casos por parte de un agente tutor. Pero también un agente tutor puede presentar una pregunta o problema junto con respuestas o soluciones alternativas para evaluar cuánto sabe o cuánto sabe hacer el alumno sobre un tema.

La clase asociación Evaluación se caracteriza por un valor escalar que represente el grado de corrección de una respuesta o solución en relación a una pregunta o problema, y la asociación Violación con Principio indica si una respuesta viola un principio.



### Arquitectura

El módulo de dominio o situación se constituye por las clases entidad y por clases de control para orientar la carga de material didáctico que permitan evaluar la consistencia y completitud de los datos. El módulo tutor o de ofrecimientos se constituye por clases de control que implementan agentes, a razón de un agente por modelo de aprendizaje que se desee considerar.

El módulo de interacción se constituye por clases entidad que agrupan historiales de acceso y de evaluación, y clases de control para implementar los agentes monitores de navegación y

concentración, de registro de evaluaciones y perfilador de estudiantes; este último evalúa los registros sobre cada alumno para determinar su perfil de aprendizaje y, en cada sesión de un alumno darle intervención a los agentes tutores más adecuados.

### Tecnología

Aunque el sistema planteado es multi-tecnología, se está desarrollando una implementación en lenguaje Java, sobre el framework J2EE, con arquitectura de Web-Services.

## RESULTADOS ESPERADOS

Se está desarrollando el sistema en entorno web y se prevé utilizarlo como complemento de la enseñanza y monitoreo de alumnos en cursos de dos materias donde cumplen funciones los autores. Una de las materias es de formación básica para todas las carreras de la Facultad de Ingeniería excepto para las de Informática y Electrónica, y la otra es de formación técnica para las carreras de Informática.

La primer materia tiene como contenidos arquitectura de computadoras, sistemas operativos y redes y programación en lenguaje Pascal, y se caracteriza por la heterogeneidad de los alumnos en cuanto a carreras que cursan y a nivel de formación, ya que pueden cursarla alumnos de siete carreras distintas y en distintos estadios de las mismas; a esto se suma una falta de motivación e interés generales debido a que los contenidos no resultan familiares a los alumnos por no ser específicos de la carrera que han elegido y porque la carga horaria de cuatro horas semanales de cursado durante un cuatrimestre resulta insuficiente para que desarrollen habilidades mínimas en programación. En este caso se espera que el sistema funcione como nivelador y motivador de los alumnos, y permita descargar tiempo de desarrollo de algunos temas colaterales para concentrar la labor docente en la práctica de programación.

La segunda materia se caracteriza por su sobrecarga de contenidos y la limitación de tiempo de desarrollo, ya que se trata de una materia cuatrimestral de seis horas de cursado semanales; además, a esto se suma inconveniente de que la mayoría de los alumno trabaja y no asiste a clases en forma regular. En este caso la expectativa es que el sistema funcione específicamente como complemento de enseñanza y para que los alumnos dediquen más tiempo con el mayor provecho posible a la maduración de conceptos.

## CONCLUSIONES

Los autores consideran que el sistema en desarrollo constituye una herramienta indispensable como complemento de la enseñanza en el aula y garantía de la calidad del aprendizaje en universidades metropolitanas como la UBA, que se caracterizan porque la mayor parte de sus alumnos comienzan a trabajar en etapas tempranas del cursado de sus

carreras y con cargas horarias importantes; también resultaría muy útil para la enseñanza a distancia dadas las posibilidades de acceso por Internet. Tanto en la organización de contenidos y las reglas e interfaces para cargar el material como en las heurísticas que se consideran para los agentes tutores se pone especial cuidado de respetar el aprendizaje incremental y significativo por parte de los alumnos.

## REFERENCIAS

- [1] Jiménez Rey, E., Grossi, M. D., Perichinsky, G. 2005. Una Aplicación de la Tecnología de MultiAgentes a los Sistemas Tutores Inteligentes: Enseñanza de Computación en Carreras de Ingeniería. VII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación WICC 2005. UNRC-REDUNCI. Mayo 13-14. Río Cuarto.
- [2] Frigo, L. B., Pozzebon, E., Bittencourt, G. 2004. O Papel dos Agentes Inteligentes nos Sistemas Tutores Inteligentes. World Congress on Engineering and Technology Education. March 14–17. São Paulo. Brazil.
- [3] Bolzan, W., Martins Giraffa, L.M. 2002. Estudio Comparativo sobre Sistemas Tutores Inteligentes Multiagentes Web. Technical Report Series. Number 024. Faculdade de Informática. PUCRS. Brazil.
- [4] Juchem, M., Melo Bastos, R. 2001. Engenharia de Sistemas Multiagentes: Uma Investigação sobre o Estado da Arte. Technical Report Series. Number 014. Faculdade de Informática. PUCRS-Brazil. 2001.
- [5] Urretavizcaya Loinaz, M. 2001. Sistemas Inteligentes en el ámbito de la Educación. Inteligencia Artificial, Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial. No.12 pp. 5-12. ISSN: 1137-3601.
- [6] Wooldridge, M. J. 2000 "Multiagent Systems". En "Inteligents Agents" (Cap. 1, pp 2-3). G. Weiss Ed.
- [7] Costa, M. Sistemas Tutores Inteligentes. [www.nce.ufrj.br/ginape/publicacoes/trabalhos/MacarioMaterial/Sti.htm](http://www.nce.ufrj.br/ginape/publicacoes/trabalhos/MacarioMaterial/Sti.htm)
- [8] Bejár, J. "Introducción A los agentes y arquitecturas". Facultad d' Informática de Barcelona, Universitat Politècnica de Catalunya. Aplicaciones de la IA - Curso 2004/2005 1º cuatrimestre.