

Hacia Modelos de Arquitecturas Genéricas de Sistemas Tutores Inteligentes

A. Plácido Castro, J. Hernández Cabrera y F. Martín Rubio
Departamento de Informática y Sistemas
Universidad de Las Palmas de G. C.
e-mail: aplacido@halley.dis.ulpgc.es
Campus Universitario de Tafira
35017 - Las Palmas de G.C.

Abstract.- This paper is related with the design and development of intelligent tutoring systems (ITSs) for problem solving. An architecture model functionally integrated, for an intelligent tutoring system that supports and conduces the tutoring in a wide domine that can be applied to multiple subjects (mathematics, physic, chemist...) is presented. The main objective is to teach students to solve problems advising them as better as possible, for which is necessary to know them previously and discover what they know and which is their behavior with respect to the domain.

1.- Introducción

La consideración de técnicas de inteligencia artificial (IA) en el desarrollo de entornos educativos [1] ha dado lugar a una de las áreas de investigación más importantes de las últimas dos décadas. Los entornos de enseñanza asistida por ordenador inteligentes (ICAIs), más conocidos como Sistemas Tutores Inteligentes, constituyen el marco de desarrollo de las tareas de investigación actuales.

El desarrollo de los sistemas tutores inteligentes (STIs) se apoya en la combinación de tres áreas de conocimiento muy importantes: Ciencias de la computación (IA), Psicología cognitiva e Investigación educativa [2][3]. La intersección de las mismas da paso a la ciencia cognitiva, marco teórico de desarrollo de los sistemas tutores inteligentes.

Este tipo de sistemas intenta proporcionar un comportamiento lo más parecido al de un tutor real, teniendo por tanto que saber *qué* tienen que enseñar, a *quién* se lo va a enseñar y *cómo* ha de hacerlo. Los sistemas tutores se diseñan y desarrollan para un dominio de tutorización particular. Han de contener todo el conocimiento sobre el dominio para poder enseñar correctamente a un estudiante. Han de poder conocer al estudiante lo mejor posible para poder enseñarle de la forma más adecuada [4][5]; para ello habrá que conocer las actitudes y aptitudes que presenta frente al dominio de tutorización. Y por último, han de conocer las estrategias de tutorización más adecuadas [6] para aplicarlas en cada caso particular en función de cómo sea el estudiante que va a ser tutorizado. De esta forma, se pretende conseguir una tutorización eficaz asegurando el aprendizaje por parte del alumno.

En los entornos de enseñanza asistida, conocer al estudiante con el que se está interactuando permite una tutorización más adaptada a sus necesidades [7][8][9], para ello generan y mantienen una imagen o *modelo del estudiante*, la cual se usa como base de todo su razonamiento y en consecuencia de su comportamiento

2.- Arquitectura del STI

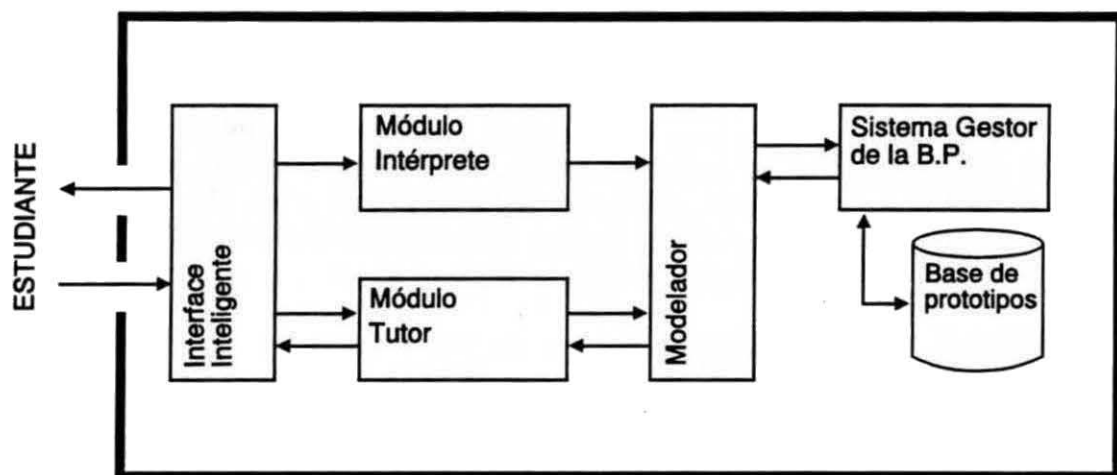
La filosofía de este STI para la resolución de problemas queda refleja a través de su arquitectura. El sistema interactúa con el estudiante proponiéndole problemas a resolver y

colaborando en su resolución siempre que sea necesario; para lo cual habrá que enseñarle el conocimiento correspondiente.

La arquitectura del sistema tutor inteligente que se propone, se compone de cinco módulos fundamentales que interactúan entre sí, la *Interface Inteligente*, el *Módulo de Interpretación*, el *Modelador*, un *Sistema de Gestión de Bases de Prototipos* y el *Módulo Tutor* (figura 1).

El objetivo de integrar una interface inteligente en el sistema tutor, es conseguir que la estrategia de comunicación con el estudiante, usuario de esta aplicación concreta, se pueda adaptar al tipo de estudiante con el que está interactuando el sistema. Con ello se pretende que la interface, dependiendo del modelo de estudiante obtenido, sepa cual es la mejor estrategia de presentación para transmitirle al estudiante el conocimiento deseado [10].

El proceso de interpretación de la respuesta del estudiante, llevado a cabo por el módulo de interpretación, es una de las funciones principales del sistema tutor inteligente. Mediante este proceso se pretende averiguar qué ha hecho el estudiante para alcanzar el objetivo propuesto por el sistema.



Arquitectura del Sistema Tutor Inteligente

Figura 1

La interpretación se basa en suposiciones consideradas a partir de lo que hubiera hecho un estudiante capaz de alcanzar el objetivo, es decir, un estudiante ideal. Para llevar a cabo este proceso el sistema necesita tener evidencias del estudiante, la *respuesta del estudiante* es la evidencia fundamental para que la interpretación pueda efectuarse. Además, se necesita el modelo de estudiante ideal correspondiente, es decir el modelo de conocimiento que debería tener el estudiante para resolver el objetivo propuesto. Este modelo le será proporcionado por el módulo tutor. La salida que proporciona el proceso de interpretación es el conocimiento acerca de los hechos, el cual se representa mediante un modelo denominado *modelo de situación específica (MSE)* [11].

El modelador se encargará de obtener el *modelo de estudiante* a partir del modelo de situación específica y de los prototipos de estudiantes devueltos por el sistema gestor de la base de prototipos (SGBP). El modelo de situación específica representa las evidencias de lo que se ha comprobado que sabe el estudiante. Por otro lado, los prototipos proporcionan las suposiciones de lo que debe saber el estudiante basándose en experiencias pasadas. En el razonamiento sobre los modelos de estudiantes se deben considerar pues, tanto evidencias como suposiciones. Por tanto, el modelador debe ser un sistema de razonamiento no-monótono para poder revisar las conclusiones a las que se vaya llegando.

Por último, el módulo tutor será el responsable de conducir la sesión tutorial a partir del modelo de estudiante que le proporciona el modelador. La sesión tutorial se organiza entorno al

modelo de estudiante ideal, al cual se pretende llevar al estudiante real. Se trata de tutorizaciones dirigidas por objetivos concretizados en estudiantes ideales.

Esta arquitectura está funcionalmente integrada, de manera que pueda simular el comportamiento de un tutor. Las tareas identificadas en tutores, en el área de resolución de problemas, corresponden a cada uno de los módulos expuestos:

- **Interface inteligente.** Representa las habilidades comunicativas; la capacidad para captar la atención y construcción de mensajes reconocibles e interpretables por el estudiante.
- **Módulo intérprete.** Representa la capacidad para entender la respuesta proporcionada por el alumno a un problema propuesto. La interpretación de la respuesta se ha identificado que se realiza en diferentes planos de conocimiento: estratégico-táctico, operacional, sintáctico, conceptual y psicológico.
- **Modelador.** Representa la capacidad del tutor para formarse una imagen mental del estudiante [12] con el que está tratando, a partir de las evidencias y suposiciones presentadas. Normalmente este modelo mental del estudiante no es estático, sino que evoluciona por la propia tutorización a la que se somete el alumno.
- **Módulo tutor.** Representa la capacidad para organizar lecciones y ejercicios para conseguir habilidades y conceptos en la resolución de problemas.
- **Sistema gestor de la base de prototipos y la base de prototipos.** Basándose en las teorías cognitivas del prototipo formuladas por [13][14], representa la capacidad para aprender a tutorizar e identificar más eficientemente a los alumnos se basa en la organización de experiencias pasadas en categorías de estudiantes. Estas categorías vienen representadas por prototipos.

3. Arquitectura versus Funcionalidad

La elección de los módulos que integran la arquitectura y las relaciones establecidas entre los mismos, representan claramente la secuencia de funcionamiento (o comportamiento) del sistema tutor, donde el estudiante, usuario final del sistema, es quien activa y desactiva el funcionamiento global del mismo.

Cada módulo es funcionalmente independiente, es decir, la función implementada en cada uno de ellos no requiere de llamadas a funciones definidas en otros módulos, llevándose a cabo sin necesidad de ser interrumpida. Las interacciones establecidas (reflejadas en la figura 1 mediante flechas) representan flujos de información y control. Los flujos de entrada a un módulo representan información necesaria para su procesamiento y la consecuente activación del mismo; por otra parte, los flujos de salida representan información producida por el módulo y la transferencia de control al módulo siguiente en la secuencia de procesamiento.

El funcionamiento del STI está organizado en ciclos que constituyen la sesión tutorial, consistiendo cada ciclo en proponerle algo al alumno con el que está interactuando el sistema, que éste lo resuelva, interpretar la respuesta, generar el modelo de estudiante y averiguar qué es lo que sabe, así sucesivamente hasta dar por finalizada la sesión tutorial.

La arquitectura propuesta refleja claramente estos ciclos, que se inician y finalizan en el módulo tutor.

4.- Modelo del estudiante

En los entornos de enseñanza asistida, conocer al estudiante con el que se está interactuando permite una tutorización más adaptada a sus necesidades. Este tipo de entornos de enseñanza son calificados como inteligentes (ICAI) por la adaptabilidad que presentan cuando interactúan con el alumno, denominándose también como sistemas tutores inteligentes (STI). Estos sistemas generan y mantienen una imagen o modelo del estudiante, la cual se usa como base de todo su razonamiento y en consecuencia de su comportamiento [15][16].

Actualmente no se cuestiona la necesidad de mantener un modelo de estudiante en los entornos de enseñanza, estando centrada la discusión en el contenido de los modelos. La discusión acerca de lo que deben contener los modelos, debe plantear como punto de referencia cuál es el uso que se les va a dar a los mismos.

Hasta ahora, la mayoría de los prototipos de sistemas tutores inteligentes desarrollados, únicamente han considerado la modelación del conocimiento en el dominio de tutorización, planteándose muy superficialmente la necesidad de incorporar otro tipo de información sobre el estudiante como pueden ser las aptitudes, los estilos cognitivos, las actitudes o el historial académico del alumno. Por otra parte hay problemas específicamente técnicos en:

- **Representación del modelo de estudiante.**
Plantear herramientas de representación que permitan la descripción del modelo en los términos en que se va a usar. Aunque, siempre existe la posibilidad de adaptarse a las herramientas que ya existen: lógica de predicados, redes semánticas, redes causales, jerarquías de clases.
- **Modelación automática.**
Procurar que el conocimiento del estudiante no sea una simple clasificación en modelos previamente establecidos, ya que se persiguen modelos de estudiante más personalizados. Este tipo de técnicas están muy relacionadas con las técnicas de *machine learning* [17].
- **Interpretación del modelo.**
El lenguaje en que se expresa el modelo debe tener una significación precisa. Un lenguaje no es sólo sintaxis, sino también semántica. Dotar a este lenguaje de una semántica es una dificultad añadida en la representación del modelo, siendo de una importancia fundamental ya que es lo que permite un uso apropiado del mismo.

La línea de investigación en la que estamos trabajando ha desembocado en una herramienta de modelación del estudiante genérica para un STI en la enseñanza en la resolución de problemas.

Se pretende separar aquello que sea genérico en la enseñanza de la resolución de problemas en general, de aquello que sea específico del dominio de tutorización en particular. Además hemos procurado, a diferencia de la mayoría de los prototipos de sistemas tutores inteligentes actuales que consideran únicamente la modelación del conocimiento en el dominio de tutorización, integrar en el modelo otro tipo de información sobre el estudiante como pueden ser las aptitudes, los estilos cognitivos, las actitudes o el historial académico del alumno.

5.- Conclusiones

En este artículo se ha analizado algunos aspectos del diseño de sistemas tutores inteligentes en el área de resolución de problemas. El análisis de la funcionalidad y requerimientos de conocimiento de este tipo de sistemas, ha desembocado en la consideración de arquitecturas y modelos de estudiante específicos para la resolución de problemas.

Esta generalización permite afrontar el desarrollo de sistemas tutores desde una posición más metodológica que científico-técnica. La construcción del modelo se simplificaría al aprovechar las estructuras de control incluidas en la arquitectura.

La construcción de un sistema tutor inteligente se afrontaría de manera similar al desarrollo de sistemas expertos, en donde el constructor se apoya en herramientas y métodos orientados a la representación y manipulación del *conocimiento experto*.

Referencias:

- [1] LAWLER & YAZDANI (Eds) Artificial intelligence and education. Ablex Publishing 1987.
- [2] AUSUBEL, NOVAK & HANESIAN. Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo. México Trillas 1991.
- [3] SAMARAPUNGVAN AND BEISHUIRZEN. Implications of advance in cognitive science for ITS. Advanced technol. appliend to training design. Proceeding of a workshop (Venice) pp. 219-

- [4] PIAGET, J. La psicología de la inteligencia. Critica 1983.
- [5] POZO, J.I. Teorías cognitivas del aprendizaje. Morata 1989.
- [6] O'NEIL Jr, H.F. Learning strategies. Academic Press 1978.
- [7] SELF, JOHN (Ed.) Artificial intelligence and human learning: Intelligent computer-aided instruction. London, Chapman and Hall, 1988.
- [8] SLEEMAN, D AND BROWN. J. (Eds.) Intelligent tutoring systems. New York, Academic Press, 1982.
- [9] ELSOM-COOK, M. Student modelling in intelligent tutoring systems. Artificial Intelligence Review vol.7, pp. 227-240. 1993.
- [10] STAGGERS, N. & NORCIO, A. Mental models: concepts for human-computer interaction. Int. journal of man-machine studies, Vol. 38, n° 4, pp.587-605. 1993.
- [11] WHITE, B.Y. AND FREDERIKSEN, J.R. Causal model progressions as a foundation for intelligent learning environments. In Clancey, Soloway (Eds.), Artificial intelligence and learning environments. Cambridge, MA. The MIT Press, 1990.
- [12] DE KLEER, J. AND BROWN J. Assumptions and ambiguities in mechanistic mental models. In Gentner and Stevens (Eds.). Mental models, Hillsdale, N.J.: Erlbaum, 1983.
- [13] ROSCH, E. Cognitive representation of semantic categories. Journal of experimental psychology: General, 104, 192-223, 1975.
- [14] POSNER; M. AND KEELE, S. On the genesis of abstract ideas. Journal of experimental psychology, 77(3) 353-63, 1968.
- [15] CLANCEY, W. J. AND SOLOWAY E. (Eds.) Artificial intelligence and learning environments. Cambridge, MA, The MIT Press, 1990.
- [16] CLANCEY, W. J. The role of qualitative models in instruction. In Self, J. (Ed.), Artificial intelligence and human learning. Chapman and Hall, 1988.
- [17] KODRATOFF, I. Introduction to machine learning. Pitman 1988.