

# DIAGNOSTICO ADAPTATIVO DEL ESTUDIANTE EN SISTEMAS TUTORIALES INTELIGENTES

Laura Lanzarini<sup>1</sup>  
{[laural@lidi.info.unlp.edu.ar](mailto:laural@lidi.info.unlp.edu.ar)}  
III-LIDI<sup>2</sup>  
Facultad de Informática. UNLP

Constanza R. Huapaya<sup>3</sup>  
{[huapaya@fi.mdp.edu.ar](mailto:huapaya@fi.mdp.edu.ar)}  
CIPBME<sup>4</sup>  
Facultad Ingeniería-Psicología. UNMDP

## CONTEXTO

La línea de I/D presentada corresponde a una Tesis de Posgrado de la UN Mar del Plata (en el área de Tecnología aplicada en Educación) que se desarrolla con la colaboración (y dirección) de la responsable del Subproyecto "Sistemas Inteligentes" del Instituto de Investigación en Informática LIDI.

## RESUMEN

Esta línea de investigación analiza y desarrolla un componente del Modelo del Estudiante cuyo objetivo es mejorar la adaptación de un Sistema Tutorial Inteligente a sus usuarios, el estudiante y el docente. Este componente considera el *diagnóstico del estudiante*. A fin de tratar la ambigüedad propia de la evaluación humana del conocimiento de un alumno, se usará la lógica difusa para mejorar el Modelo del Estudiante y de este modo alcanzar un más alto nivel de adaptación.

Actualmente se está desarrollando un STI, llamado InfoSem [1] [2], en el Centro de Investigación en Procesos Básicos, Metodología y Educación (CIMEPB) de la Universidad Nacional de Mar del Plata. El dominio de InfoSem es la matemática propia de las carreras de Ingeniería (actualmente se usan tópicos de Análisis Numérico). El modelo del estudiante es un modelo de superposición con tres capas de adaptación. Se agregará el componente de diagnóstico basado en lógica difusa.

**Palabras clave:** *Sistemas Tutoriales Inteligentes, Modelo del estudiante, lógica difusa, diagnóstico adaptativo del estudiante*

## 1. INTRODUCCION

El objetivo de un Sistema Tutorial Inteligente (STI) es dar a una computadora la capacidad de involucrarse en el proceso de enseñanza/aprendizaje usando técnicas de Inteligencia Artificial. El estudiante que interactúa con el STI, está colocado en el centro de la concepción de estos sistemas y la computadora se transforma en un instructor dinámico en vez de un vehículo estático de información. El conocimiento que posea un STI le permite proveer asistencia a un aprendiz en forma parecida a un instructor humano. Un buen instructor tiene la habilidad de adaptar una lección a un estudiante individual a través del

---

<sup>1</sup> Profesor Titular. Facultad de Informática. UNLP.

<sup>2</sup> Instituto de Investigación en Informática LIDI. Calle 50 y 115 1er Piso, (1900) La Plata, Argentina, TE/Fax +(54) (221) 422-7707. <http://weblidi.info.unlp.edu.ar>

<sup>3</sup> Profesor Titular. Facultad de Ingeniería. UNMDP

<sup>4</sup> Centro de Investigación en Procesos Básicos, Metodologías y Educación. Complejo Universitario. Funes 3250. Cuerpo V Nivel III. (7600) Mar del Plata. Argentina, Tel: (0223) 4752266  
<http://www.mdp.edu.ar/psicologia/grupo0.htm>

proceso de enseñanza. Un objetivo de un STI debe ser alcanzar este nivel de instrucción individualizada.

La investigación actual en Sistemas Tutoriales Inteligentes busca diseñar sistemas de aprendizaje fundamentados en principios propios y en nuevas teorías de aprendizaje así como su implementación con herramientas actuales. La evolución del área ha ido desde diseños generales hacia aplicaciones específicas con nuevas tecnologías (especialmente agentes) y nuevos estilos de sistemas (ambientes y sistemas colaborativos). Esta área de investigación se reconoce como Inteligencia Artificial en Educación (IAED)[3].

Los estudios sobre el *Modelado cognitivo* del estudiante involucran la creación de representaciones simbólicas plausibles de razonamiento necesario para resolver problemas en un dominio determinado [4].

En [5] se identifican los componentes de un STI y los denomina *módulo experto*, módulo de instrucción y currículo, y *módulo de diagnóstico del estudiante*. En 1988 [6] identificó, de manera similar, áreas como la representación del conocimiento y metodologías de enseñanza. Estos tres componentes son referidos a menudo como la 'Trinidad tradicional' de un Sistema Tutorial Inteligente y son presentados a continuación:

- Módulo experto (o dominio): es el conocimiento del dominio (o tópicos del tema que será enseñado) incrustado en el sistema y representa el conocimiento del experto en el tema y las características de la resolución de problemas asociados.
- Módulo del estudiante: busca capturar el entendimiento del aprendiz sobre el dominio.
- Módulo tutorial: contiene las estrategias tutoriales e instrucciones indispensables. Estas estrategias deben ajustarse a las necesidades del estudiante sin la intervención del tutor humano. El propósito principal de este módulo es reducir la diferencia del conocimiento entre el experto y el estudiante al mínimo (o a ninguna)

En particular, la línea de investigación a seguir se concentra en el modelado del estudiante. Este proceso puede ser definido como la recolección de información relevante del estudiante (habilidades de aprendizaje, sus fortalezas, estilos de aprendizaje, errores cometidos, etc.) a fin de identificar y representar su estado de conocimiento. Este modelo debe poseer la habilidad de suministrar la ayuda individualizada que el estudiante requiera.

Como la enseñanza es un proceso dinámico, un STI debe actualizar su Modelo del Estudiante a medida que el estudiante avanza en su aprendizaje. Dicho mantenimiento puede alcanzarse representando al estudiante de manera tal que sea fácilmente entendido y modificado por el STI. Se han presentado varios modelos [7] [8] a fin interpretar el progreso del estudiante, incluyendo el diagnóstico y la representación de los errores así como el seguimiento del estudiante a lo largo del tiempo. Es quizás, el área de investigación más activa actualmente y la que cuenta con importantes logros.

La calidad de la evaluación del conocimiento en un STI se determina por la cobertura y exactitud de la información construida en el modelo del estudiante y la habilidad de actualizarlo dinámicamente. El proceso de inferencia de las características internas del estudiante a partir de su comportamiento observado durante la interacción HC se llama *diagnóstico del estudiante* [9].

El punto central de los desarrollos en esta área es investigar un método que pueda analizar efectivamente las mediciones de la actividad de los estudiantes y hacer estimaciones sobre sus características internas actualizando dinámicamente el modelo del estudiante. Este modelo es usado luego para guiar el comportamiento del sistema, por ejemplo, aconsejando al evaluador o guiando al estudiante. Existen razones importantes para buscar nuevos métodos de evaluación del conocimiento del alumno, a saber:

- Puntuación imprecisa: los docentes asignan una nota, dentro de un esquema predeterminado, al trabajo de los estudiantes. Otra forma de evaluar sus aptitudes, competencias y habilidades es calificarlos con términos lingüísticos como excelente, regular, etc. Se considera que aptitud, competencia y habilidad son conceptos imprecisos, como también lo son los términos excelente y regular. Puede presuponerse que etiquetas lingüísticas de carácter difuso puedan ser capturadas mejor usando técnicas difusas.
- Control de la calificación: usualmente, los docentes evalúan colocando una nota al logro de su estudiante. Casi nunca se usa un método de evaluación alternativo para verificar esa nota final del curso, con la cual se da por aprobado o desaprobado. Un nuevo método eficiente de evaluación puede resultar de gran utilidad para confirmar o refutar la decisión tomada con métodos tradicionales.
- Uso de la lengua natural en la evaluación académica: las pruebas pueden ser evaluadas usando términos lingüísticos y con ellos lograr mayor flexibilidad en el juicio sobre el logro del estudiante.

Además, en un modelo de evaluación educativa, donde no hay comunicación directa entre el docente y el alumno, la información que adquiere el sistema difiere de la que se obtiene de la comunicación cara a cara, donde la interacción es más rica y sin interferencias.

Uno de los principales obstáculos en el proceso de diagnóstico en un sistema computacional es la *incertidumbre*. Esta incertidumbre se origina en la naturaleza abstracta de la cognición humana (p.e. la interpretación del docente sobre el rendimiento del estudiante medido generalmente con métodos estadísticos y aritméticos) y en el modo que el docente comunica sus preferencias y hábitos al sistema.

Los modelos difusos [10], pueden ‘imitar’ el modo de adquirir conocimiento por parte de los docentes cuando evalúan las características de aprendizaje de sus alumnos, tales como actitudes, nivel de conocimiento, competencias, motivación y estilo de aprendizaje. En particular, la lógica difusa [11], [12] es usada para acceder a un modo de razonamiento cualitativo cercano al razonamiento humano cuando toma decisiones, principalmente el manejo de la *imprecisión* y *vaguedad*. La forma de lograrlo es a través de la combinación de hechos difusos y relaciones difusas.

La evaluación del logro involucra, generalmente, términos lingüísticos como excelente, bueno, regular, etc. los cuales están fuertemente imbuidos de subjetividad. Estas etiquetas lingüísticas surgen a partir de diversos componentes de la evaluación como cuestionarios, planillas especializadas (como DistSem), etc. El evaluador propone estas etiquetas lingüísticas con las cuales el sistema debe llegar al diagnóstico.

En la literatura del área, existen varios desarrollos para la evaluación del estudiante basados en lógica difusa [13][14][15]. El enfoque aquí propuesto considera el tratamiento de la incertidumbre en el diagnóstico del estudiante con esta estrategia. Se prevé analizar dos alternativas a fin de alcanzar una posible integración entre ambas:

- Uso de variables lingüísticas asignadas a los componentes de las pruebas referidas a su importancia, complejidad y dificultad usando funciones miembro. Los mecanismos de inferencia usarán un sistema de reglas difusas.
- Uso de las pruebas evaluadas con un método tradicional con notas entre 1 y 10. A partir de estos valores numéricos, usar conjuntos difusos, como por ejemplo “habilidad más o menos competente para la comprensión del tópico x” o “habilidad competente para la comprensión del tópico x”. Para construir estos conjuntos difusos se puede considerar el conocimiento de los docentes experimentados cuando caracterizan cualitativamente el conocimiento del estudiante [16].

El diagnóstico del estudiante se basará en tres fuentes de evidencia mensurable:

1. Prueba DistSem. Esta prueba captura el conocimiento del estudiante sobre la distancia semántica entre conceptos. Posteriormente se mide la respuesta del estudiante con respecto a la solución de la misma prueba dada por un experto. Esta prueba es una aplicación sui generis del Análisis de Redes Sociales [17], donde los nodos a ser tratados son conceptos académicos propuestos por los docentes y las relaciones entre conceptos fueron capturadas en base a la similitud semántica estimada por los participantes. Este método permite capturar y colocar en una matriz, visualizar y comparar cuali y cuantitativamente, las redes semánticas de los participantes con un nivel de restricción aplicado a un número limitado de conceptos previamente definidos por el experto.
2. Pruebas tradicionales. Se usará la información brindada por dos asignaturas del plan de estudios de Ingeniería de la UNMDP.
3. Pruebas de opción múltiple.

## **2. LINEAS DE INVESTIGACION y DESARROLLO**

- Estudio de un diagnóstico adaptativo del estudiante centrado en la aplicación de un modelo difuso. Esta línea utilizará los modelos planteados por Bitwas [13] y Nykanen [18]. Esto es, capturar tanto la imprecisión de clasificación inducida empíricamente como la imprecisión de las expresiones lingüísticas intuitivas vía el uso extensivo de los conjuntos difusos.
- Estudio y análisis de la aplicación de un modelo difuso, basado en la actividad del estudiante, a fin de clasificar su logro académico. La actividad del estudiante es medida con diversas pruebas, entre ellas DistSem y opción múltiple.
- Desarrollo de un modelo de reglas difusas para la aplicación, superador del modelo tradicional aritmético-estadístico, donde la inferencia para la clasificación sea más natural usando etiquetas lingüísticas en lugar de valores numéricos.
- Implementación de un prototipo para la aplicación donde, a partir de datos imprecisos, se emule el razonamiento humano.
- Comparación de los resultados obtenidos por el prototipo con los resultados de los métodos tradicionales de evaluación. Se utilizará datos de alumnos de la Facultad de Ingeniería de la UNMDP.

## **3. RESULTADOS OBTENIDOS/ESPERADOS**

- Se han hecho pruebas DistSem con 200 alumnos de la Facultad de Psicología e Ingeniería usando InfoSem en su primera versión. Sus resultados están siendo analizados para la construcción del modelo difuso de evaluación.
- Desarrollar un STI con mayor capacidad de adaptación.
- Aplicar Infosem, con el nuevo componente difuso, en las carreras de Ingeniería y Psicología de la UNMDP.
- Ampliar el uso de InfoSem a otras áreas como su aplicación a la Neuropsicológica donde se estudiará la evolución del proceso de categorización en pacientes diagnosticados con la enfermedad de Alzheimer grado uno y dos y con ACV en el lóbulo temporal.

#### 4. FORMACION DE RECURSOS HUMANOS

Dentro de los temas involucrados en esta línea de investigación se han finalizado dos (2) Tesis de Especialista y actualmente se está desarrollando una tesis de magister correspondiente a la Maestría en Tecnología Informática aplicada a Educación de la Facultad de Informática de la UNLP.

#### 5. BIBLIOGRAFIA

- [1] Huapaya C.R., Arona G., Lizarralde F. y Vivas J. (2005). INFOSEM: Distancia Semántica entre Conceptos como base de la Evaluación Cognitiva. En el libro *Las Ciencias del Comportamiento en los albores del Siglo XXI*. UNMDP-CONICET. ISBN 987-544107-4. pp. 405-411.
- [2] Vivas J, Huapaya, C., Lizarralde, F., Arona, G., Comesaña, A, Vivas, L., García Coni, A. (2008). *Distsem e Infosem: Instrumentos para la evaluación de la Memoria Semántica. Método y aplicaciones*. En M. Concepción Rodríguez y V. Padilla Montemayor (Comp.) *Cognición y memoria, sus representaciones y mediciones*. Monterrey: Ed. Universidad Autónoma de Nuevo León.
- [3] Self J. (1999) The defining characteristics of intelligent tutoring systems research: ITSs care precisely. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*. 10:350-364.
- [4] Anderson J.R., Corbett A.T., Koedinger K.R., y Pelletier R. (1995). The cognitive tutors: lessons learned. *Journal of the Learning Sciences*. 4(2):167-207.
- [5] Burns , Capps. (1988). *Foundation of Intelligent Tutoring Systems: An Introduction*. En M. Polson & Richardson (eds). *Foundation of Intelligent Tutoring Systems*. Lawrence Erlbaum Associates Publishers, USA.
- [6] Anderson John R. (1988). *The Expert Module*. In Martha C. Polson & J.J. Richardson. 1988. *Foundations of Intelligent Tutoring Systems*. LEA. Hillsdale, New Jersey.
- [7] Sison, R. y Shimura, M. (1998). Student modeling and machine learning. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*. 9, 128-158.
- [8] Hartley R., Paiva A. , Self J.(1995). Externalizing Learner Models. *Proceedings de International Conference on Artificial Intelligence in Education*, editado por J. Greer, pp. 509-516. Washington. AACE.
- [9] VanLehn K.(1988). Student modeling. En *Foundations of Intelligent Tutoring Systems*, eds.: Polson M.C. y Richardson J.J. Lawrence Erlbaum.
- [10] Zadeh L.A (1965). Fuzzy sets. *Information and control* 8. p 338-353
- [11] Zadeh L.A.(1975). The concept of a linguistic variable and its application to approximate reasoning. I-III *Information Sci* 8, 199-250 y 301-357.
- [12] Dubois D. y Prade H. (1996). What are fuzzy rules and how to use them. *Fuzzy sets and systems*, 84:169-185.
- [13] Bitwas R. (1995). An application of fuzzy sets in students' evaluation. *Fuzzy sets and systems*, 74:187-194.
- [14] Law C. (1996) Using fuzzy numbers in educational grading systems. *Fuzzy sets and systems*. Pp. 311-323
- [15] Simizu S. y Yamashita H. (2000). *Educational Evaluation of Calligraphy: Applying Fuzzy Reasoning*.
- [16] Huapaya C., Lizarralde F., Vivas J., Arona G.(2007) Modelo de evaluación del conocimiento en un Sistema Tutorial Inteligente. *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*. ISSN 1850-9959. 2: 20-29.
- [17] Wasserman S. y Faust K. *Social Network Analysis. Methods and Applications*. Cambridge University Press. 1998.

[18] Nykanen Ossi (2006). Inducing Fuzzy Models for Student Classification. *Educational Technology & Society*. 9(2), 223-234.