

# Propuesta para Construir Perfiles Cognitivos en la Evaluación del Estudiante

Constanza R. Huapaya, Francisco A. Lizarralde, Graciela M. Arona

Grupo de Investigación en Inteligencia Artificial (integrante del CIMEPB)

Departamento de Matemática-Facultad Ingeniería

Universidad Nacional de Mar del Plata

Juan B. Justo 4302. 7600. Mar del Plata

223-4816600 int 259

[{huapaya@fi.mdp.edu.ar}](mailto:huapaya@fi.mdp.edu.ar)

[{flizarra@fi.mdp.edu.ar}](mailto:flizarra@fi.mdp.edu.ar)

[{graron@fi.mdp.edu.ar}](mailto:graron@fi.mdp.edu.ar)

## Resumen

Esta línea de investigación estudia métodos para analizar el estado del conocimiento de estudiantes universitarios y desarrolla sistemas computacionales para implementar y probar los resultados alcanzados. Dada la incertidumbre involucrada en la evaluación del estado del conocimiento usamos la lógica difusa para proponer modelos de perfiles cognitivos.

Se analiza el nivel del conocimiento a través de tres perfiles: individual, colectivo y colaborativo. El perfil individual se construirá utilizando lógica difusa; el perfil colectivo mediante clustering (agrupamiento) difuso y para el perfil colaborativo se aplicará el cuestionario de Cantwell y Andrews (Feelings Towards Group Work). Los tres perfiles conformarán el **nivel del conocimiento** medido cuantitativamente y cualitativamente de cada estudiante en un momento dado.

Se han hecho pruebas con el sistema computacional de evaluación InfoSem y módulos basados en lógica difusa. El dominio de InfoSem es la matemática propia de las carreras de Ingeniería (actualmente se usan tópicos de Computación y Análisis Numérico).

Palabras clave: Evaluación del estudiante, Perfil cognitivo, Lógica difusa, diagnóstico adaptativo del estudiante.

## Contexto

La investigación descrita en esta presentación se desarrolla en el marco del Proyecto “Nuevas tecnologías informáticas aplicadas a la evaluación del estado cognitivo del estudiante” perteneciente al Departamento de Matemática de la Facultad de Ingeniería (integrante del Centro de Investigación en Procesos Básicos, Metodologías y Educación (CIMEPB, Facultad de Psicología UNMDP) y acreditado y financiado por la Universidad Nacional de Mar del Plata.

## Introducción

El conocimiento del estudiante cambia constantemente durante el proceso de aprendizaje y en consecuencia no resulta sencillo tener certeza sobre su estado cognitivo. En este contexto se percibe que el desarrollo de un instrumento confiable para tratar el diagnóstico del estudiante debe basarse en el tratamiento adecuado de la **imprecisión** involucrada. Usualmente, el proceso de evaluar el nivel de conocimiento del estudiante está influenciado por varias condiciones a las cuales

el experto adapta la evaluación, tales como los conocimientos previos, tópico en consideración, estilo de aprendizaje, etc. Se ha reportado que el proceso de evaluación tradicional presenta algunas dificultades [1] [2] [3], a saber:

- *Puntuación numérica imprecisa:* Los docentes asignan una nota, dentro de un esquema predeterminado, al trabajo de los estudiantes. Esta nota puede diferir de un evaluador a otro, dependiendo de la experiencia y sensibilidad de cada uno de ellos. En general, la nota que se le asigna a un estudiante es una aproximación.
- *Uso de la lengua natural en la evaluación académica.* Los docentes, en general, no establecen modelos detallados para estimar el desempeño del alumno y para adaptar sus estrategias de enseñanza. Estos reúnen información sobre la actividad del estudiante y se forman ideas generales sobre que métodos pedagógicos funcionan mejor con cada estudiante. En este caso, la evaluación de aptitudes, competencias y habilidades puede hacerse con términos lingüísticos como excelente, regular, etc. Se considera que aptitud, competencia y habilidad son conceptos imprecisos (en el sentido de difuso, borroso o definición subjetiva), como también lo son, términos como excelente y regular. Las evaluaciones hechas usando términos lingüísticos pueden conducir a una mayor flexibilidad en el juicio sobre el logro del estudiante.
- *Control de la calificación:* Usualmente, los docentes evalúan colocando una nota que pondera el logro del 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.

Las dificultades descritas nos condujeron a estudiar y analizar diversas metodologías para la evaluación del conocimiento adquirido por el estudiante en un período determinado de tiempo. En la búsqueda de metodologías que utilicen provechosamente el medio informático, nos contactamos con el Dr. Jorge Vivas quien está trabajando en un método de evaluación basada en la distancia semántica, llamado DistSem [4] el cual propone un juzgamiento cuantitativo y cualitativo de las respuestas del estudiante. Nuestro grupo lo implementó en un sistema informático de evaluación de contenidos académicos denominado **InfoSem** [5] [6] orientado al análisis del desempeño de los estudiantes a través de diversas pruebas (principalmente DistSem). Los usuarios de InfoSem son los docentes/evaluadores e investigadores interesados en la **evaluación del estado cognitivo del alumno** sobre conceptos de asignaturas específicas. El sistema ha sido probado con éxito en varias asignaturas de las carreras de Ingeniería y Psicología.

Considerando las dificultades previamente mencionadas, notamos que una de las fuentes de la imprecisión está originada en la interpretación del docente sobre el rendimiento del alumno. Además, se advierte que la información registrada por el sistema informático puede incorporar estas inexactitudes. A fin de tratar apropiadamente la problemática de la imprecisión contenida en los métodos de diagnóstico, usamos los modelos difusos [7], porque pueden 'imitar' el modo de adquirir conocimiento por parte de los docentes cuando evalúan las características del aprendizaje de sus alumnos, tales como actitudes, nivel de conocimiento, competencias, motivación y estilo de aprendizaje. En particular, la lógica difusa [8] [9], es usada para acceder a un modo de razonamiento cualitativo cercano al razonamiento humano cuando toma decisiones, principalmente el manejo de la imprecisión. La forma de lograrlo es a través de la combinación de hechos difusos y relaciones difusas. El enfoque difuso posibilita el razonamiento aproximado y es apropiado para modelar el proceso de las decisiones humanas.

Mediante variables lingüísticas y conjuntos difusos, es posible llevar expresiones en lengua natural a un modelo difuso con relativa facilidad.

Actualmente, nuestra investigación intenta profundizar el estudio del **diagnóstico del estudiante** [10], esto es, la búsqueda de un método que pueda analizar efectivamente las mediciones de la actividad de los estudiantes y hacer estimaciones sobre sus características internas, en particular nos interesa su **nivel de conocimiento**, sin descuidar la incertidumbre asociada. La construcción de este diagnóstico se realiza en base a diversas fuentes de información, por ejemplo, desempeño en clase, lecturas específicas, trabajo en grupo, notas de las asignaturas, etc. La evaluación de esa información proporciona el estado cognitivo de un estudiante en un momento específico, determinando su **nivel de conocimiento**. Este nivel de conocimiento será analizado desde tres puntos de vista: un **perfil individual** construido en base a su actividad académica individual, un **perfil del grupo** elaborado en base a las acciones del alumno dentro de un equipo, y un **perfil colaborativo** confeccionado en base a las opiniones de los estudiantes sobre el aprendizaje colaborativo. La lógica difusa es apropiada para el desarrollo del perfil del estudiante.

El **perfil individual** propuesto calcula una estimación del nivel de conocimiento alcanzado por el estudiante durante el dictado de una asignatura, intentando darle flexibilidad a la evaluación tradicional. Esto es, se intenta capturar un indicador que integre el logro académico alcanzado basándose en información que normalmente se genera en una cátedra universitaria así como la evaluación del docente. Se analiza la información adquirida por el sistema sobre las notas de distintas pruebas (incluyendo pruebas específicas computacionales basadas en la distancia semántica DistSem). El modelo en desarrollo para construir el perfil individual usa variables lingüísticas de entrada como variables lingüísticas de salida cuyos términos son conjuntos difusos. A partir de esos valores, se

captura la experticia evaluativa del docente con reglas de producción difusas.

El **perfil del grupo** es elaborado a partir de diversos aspectos del trabajo colectivo: habilidad en el planteamiento y solución de problemas cuando se interactúa con otro, capacidad para comunicarse en forma gráfica, oral y escrita, disposición para el trabajo en equipo, etc. Las técnicas de clustering permiten investigar la formación de grupos, de alumnos en este caso, que se encuentran próximos dentro del universo de dimensión igual a las características que se estén considerando. La característica principal de estas técnicas es que la inferencia del agrupamiento se hace únicamente a partir de los datos, es decir no se consideran clasificaciones previas (aprendizaje no supervisado en Inteligencia Artificial). Dependiendo del algoritmo de clustering utilizado se pueden obtener grupos disjuntos o no. Los algoritmos difusos permiten que un objeto (alumno) pertenezca a más de un grupo con distintos grados de pertenencia.

Los estudiantes aprenden **colaborativamente** en grupos, alentando unos a otros en el planteo de nuevas preguntas, explicando y justificando sus opiniones, articulando su razonamiento y elaborando y reflexionando sobre su conocimiento [11]. Mientras hay evidencia que apoya los beneficios del aprendizaje en grupo, también existen varios factores que pueden afectarlo negativamente. En estos últimos se incluye factores cognitivos y psicológicos [12], falta de habilidades apropiadas [13], la calidad de los métodos de aprendizaje colaborativos [14], las habilidades en la dirección del grupo del tutor y la evaluación del grupo. Los procedimientos de evaluación del grupo son particularmente problemáticos porque se tiene que evaluar individuos dentro de un grupo [15]. No existe consenso sobre una metodología. Dado que el trabajo en grupo presenta beneficios e inconvenientes, cuál es el grado de satisfacción en los proyectos en grupo en la educación superior. Existen estudios que muestran un alto nivel de aceptación [16] [17] [18][19] y otros han reportado comentarios

negativos de los estudiantes, siendo uno de los comentarios más comunes la presencia de “Polizones” (i.e. estudiantes que contribuyen muy poco al equipo). En la presente investigación, se estudia la actitud de estudiantes universitarios sobre el aprendizaje colaborativo a fin de obtener un perfil colaborativo de grupo.

## Líneas de investigación y desarrollo

- *Construcción de un perfil cognitivo del estudiante basado en pruebas específicas a lo largo de un período académico.* Posteriormente se buscará enriquecer el perfil con el estilo cognitivo, estilo de aprendizaje y estrategias de aprendizaje de cada alumno.
- *Análisis de la actividad de los estudiantes desde la perspectiva de un espacio multidimensional generado por atributos del estudiante con el fin de determinar posibles agrupamientos (o clusters).*
- *Integración de los perfiles cognitivos en un Sistema Tutorial Inteligente.* Se busca identificar el nivel de conocimiento del alumno para informar al modelo del estudiante y en consecuencia hacer un aporte al *dilema de la asistencia* [20].

## Resultados y Objetivos

- Se ha desarrollado un perfil individual considerando una variable lingüística de salida (nivel de conocimiento) y tres variables lingüísticas de entrada (progresión de notas, nivel de aprobación de las pruebas y nota final respecto a la media del curso). El modelo se completa con 27 reglas difusas que capturan la experticia de los profesores. Los resultados se implementaron en módulos desarrollados en MatLab.

- Se ha desarrollado un espacio tridimensional que se genera a partir de la evaluación de tres habilidades cognitivas de cada estudiante: comprensión del problema, planteo general de la solución y eficiencia de la solución. Posteriormente, se aplicaron diversas técnicas de clustering y se analizaron los resultados a fin de encontrar los perfiles del grupo.
- Se ha adquirido información sobre la opinión a 60 estudiantes sobre el trabajo colaborativo. Se ha utilizado el cuestionario de 30 ítems de Cantwell y Andrew. Actualmente se está procesando dicha información. Se está analizando una metodología para la búsqueda de un perfil colaborativo.

## Formación de Recursos Humanos

El equipo de trabajo está integrado por especialistas en Informática, en Psicología y estudiantes de Ingeniería y Psicología. Actualmente se está desarrollando una tesis de la Maestría en Tecnología Informática Aplicada a Educación de la Facultad de Informática de la Universidad Nacional de La Plata.

## Referencias

- [1] Jameson A., (1996) *Numerical Uncertainty Management in User and Student Modeling: An Overview of Systems and Issues*. User Modeling and User-Adapted Interaction (5).
- [2] Stathacopoulou R., Grigoriadou M., Samarakou M., Mitropoulos D.(2007) *Monitoring students' actions and using teachers' expertise in implementing and evaluating the neural network-based fuzzy diagnostic model*. Expert Systems with Applications 32 , 955–975.
- [3] Grigoriadou M., Kornilakis H., Papanikolaou K. y Magoulas G. (2002) *Fuzzy Inference for Student Diagnosis in Adaptive Educational Hypermedia*. Methods and Applications of Artificial Intelligence. Lecture Notes in Computer Science, , Volume 2308/2002.
- [4] Vivas J., (2004) *Método Distsem: procedimiento para la evaluación de distancias semánticas*. Revista Perspectivas en Psicología, 1, 56-61.

- [5] 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.
- [6] 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.
- [7] Zadeh L.A (1965). Fuzzy sets. *Information and control* 8. p 338-353
- [8] Zadeh L.A.. The concept of a linguistic variable and its application to approximate reasoning . I-III *Information Sci* 8, , 199-250 y 301-357. 1975
- [9] Dubois D. y Prade H. What are fuzzy rules and how to use them. *Fuzzy sets and systems*, 84:169-185. 1996.
- [10] VanLehn K. Student modeling. En *Foundations of Intelligent Tutoring Systems*, eds.: Polson M.C. y Richardson J.J. Lawrence Erlbaum. 1988.
- [11] Dillenbourg P.(1999) *¿What do you mean by collaborative learning?*. En: Dillenbourg, P.(1999) *Collaborative Learning: Cognitive and Computational Approaches*. Oxford Elsevier; p 1-19.
- [12] Cantwell R, H. y Andrews, B. (2002). *Cognitive and psychological Factors Underlying Secondary Students' feelings Towards Group Work*. *Educational Psychology*. 22, 75 – 91.
- [13] Prichard, J. S., Stratford, R. J., y Bizo, L. A. (2006). *The effects of team-skills training on collaborative learning in a controlled environment*. *Learning and Instruction*, 16, 256-265.
- [14] Slavin R. E. *Aprendizaje cooperativo: teoría, investigación y práctica* (1999). Aique. Buenos Aires.
- [15] Boud, D., Cohen, R. & Sampson, J. (1999). *Peer learning and assessment*. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 24, 413 – 426.
- [16] Gatfield, T (1999). *Examining student satisfaction with group projects and peer assessment*. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 2, 365 – 377.
- [17] Barfield, R.L. (2003). *Students' perceptions of and satisfaction with group grades and the group experience in the college classroom*. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 28, 355 – 369.
- [18] Gupta, M. L. (2004). *Enhancing student performance through cooperative learning in physical sciences*. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 29, 63 – 73.
- [19] Mills P. (2003). *Group project work with undergraduate veterinary students*. *Assessment & Evaluation in Higher Education* 28, 527 – 538
- [20] Koedinger, K.R., Alevan A,(2007) *Exploring the Assistance Dilemma in Experiments with Cognitive Tutors*. Human-Computer Interaction Institute Carnegie Mellon University