

## Pruebas y materiales instruccionales en ambientes virtuales de aprendizaje adaptativos

Huapaya Constanza<sup>(1)</sup>, Benchoff Esther<sup>(1)</sup>, Lizarralde Francisco<sup>(1)</sup>, González Marcela<sup>(2)</sup>, Guccione Leonel<sup>(1)</sup>, Lazurri Guillermo<sup>(1)</sup>, Vivas Jorge<sup>(2)</sup>, Remón Cristian<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>Grupo de Investigación en Inteligencia Artificial Aplicada a Ingeniería /  
Departamento de Matemática/ Facultad de Ingeniería

Juan B. Justo 4302, 0223 4816600 int 259

<sup>(2)</sup>Facultad de Psicología

Complejo Universitario - Funes 3250 - Cuerpo V, T.e. 0223) 475- 2526

Universidad Nacional de Mar del Plata

constanza.huapaya@gmail.com, ebenchoff.sead@gmail.com, francisco.lizarralde@gmail.com,  
mpgonza@mdp.edu.ar, leonel.guccione@gmail.com, guillesky@gmail.com, jvivas53@gmail.com,  
remoncristian@gmail.com

### Resumen

Actualmente, las personas aprenden y trabajan en cualquier momento y en cualquier lugar usando dispositivos como computadoras de escritorios, laptops, teléfonos móviles, tabletas, etc. Estos dispositivos necesitan información sobre los usuarios a fin de satisfacer sus necesidades. Un modelo del usuario que reconozca las necesidades individuales de aprendizaje es la clave para la personalización en los sistemas educativos adaptativos.

Nuestra investigación propone el diseño y desarrollo de contenidos académicos personalizados, para estudiantes universitarios, a través de la plataforma Moodle. Para lograr este objetivo se ha definido un ciclo de desarrollo que aumenta el nivel de adaptación en cada iteración. La adaptación considera un motor (algoritmo) de adaptación cuyas entradas son los tipos de dispositivos que usan los estudiantes (pcs, laptops y teléfonos móviles), el estilo de aprendizaje, las preferencias y el diagnóstico cognitivo. La salida comprenderá los contenidos

didácticos personalizados (materiales y pruebas). Para este desarrollo se han contemplado nuevos enfoques del aprendizaje mediado (con TICs): Minería de datos educativa (MDE), Lógica e inferencia difusa, m-learning, Ambientes virtuales inmersivos 3D, representación difusa del dominio y adaptaciones de la plataforma Moodle.

**Palabras clave:** sistemas de aprendizaje adaptativos, lógica difusa, ambientes virtuales 3D, minería de datos educativa, m-learning, Moodle

### Contexto

Nuestra línea de I/D/I se encuentra inmersa en el desarrollo de Ambientes Virtuales de Aprendizaje orientados a la enseñanza/aprendizaje de la ingeniería. En particular, el proyecto actual en el cual está incluida la investigación se denomina “Adaptación en un ambiente virtual de aprendizaje: pruebas y materiales personalizados“. La evaluación del proyecto se lleva a cabo en la Universidad Nacional de Mar del Plata.

## Introducción

Cada estudiante es un individuo único con diversos intereses, experiencias, y logros. Los contenidos de estudio tradicionales, en general, no consideran estas diferencias. Actualmente se procura que los materiales instruccionales asistan, enriquezcan y extiendan el currículo del estudiante a fin de mejorar sus habilidades y conocimiento bajo la consideración de sus características individuales.

### Adaptación y personalización en Ambientes Virtuales de Aprendizaje (AVAs)

Ser adaptativo es una propiedad que define la habilidad de cambiar ajustándose a diferentes condiciones. Esto es, algo es adaptativo si es capaz de cambiar para ajustarse, por sí mismo o no, a las circunstancias. En los ambientes de aprendizaje se puede distinguir dos tipos de ajustes. En primer lugar, hay *sistemas adaptables* que pueden cambiar sus parámetros cuando el usuario modifica al sistema de acuerdo a sus necesidades. En segundo lugar, los *sistemas adaptativos* implican adecuar automáticamente el sistema al usuario. Las necesidades del usuario son inferidas por el sistema, a través de la observación de su comportamiento, cuando este lo cambia de acuerdo a sus necesidades (Fröschl, 2005). En los sistemas e-learning se usan ambos conceptos. La adaptación en sistemas web AVA puede verse, primero, como la adaptación de los contenidos (la cual trata de seleccionar los contenidos más relevantes a las necesidades del estudiante), y en segundo lugar, la adaptación de la presentación de los contenidos (esto es, decidir cómo presentarlos de la forma más efectiva para el aprendizaje del alumno). Por otro lado,

la *personalización* es entendida como la adecuación de los contenidos o visualización del sistema a las preferencias del usuario. En particular, la personalización web trata con la forma de proveer los contenidos, esto es, que estilo y formato de su presentación.

El proceso de adaptación está basado en información almacenada en el modelo del usuario/estudiante y organizada en modelos específicos. Estos modelos dan la posibilidad de distinguir entre los estudiantes y proveer al sistema de la habilidad de adecuar su reacción a la actividad del usuario (Brusilovsky y Maybury 2002). En nuestro caso, para alcanzar un buen nivel de adaptación se analiza la actividad del estudiante a fin de detectar patrones regulares (o irregulares) sobre comportamientos individuales y grupales. Por ejemplo, se pueden identificar errores frecuentes, eficacia de estrategias tutoriales, granularidad de la representación del dominio, tópicos prioritarios, etc.

Actualmente nuestros desarrollos web pueden ser activados desde diversos dispositivos (computadoras, teléfonos móviles y tabletas).

### Adaptación de los materiales y pruebas

El proceso de adaptación se inicia con una primera iteración definiendo la representación del dominio a enseñar en el modelo (FR-CN) (ver figura 1). A continuación se adquieren los estilos de aprendizaje con el cuestionario de Felder-Soloman (Soloman y Felder, 2003) y las preferencias individuales con cuestionarios específicos. Con esta información se construyen los primeros materiales con un grado bajo de adaptación. Ya es posible inicializar el motor de adaptabilidad y entregar los materiales a los alumnos. Posteriormente se adquieren los datos de la interacción

de los estudiantes con estos contenidos y los resultados se almacenan en las bases de datos de Moodle. Luego, con técnicas de MDE para filtrar resultados y con reglas de inferencia difusa, se computa el *diagnóstico cognitivo*. En particular, se usa KEEL (Knowledge Extraction based on Evolutionary Learning; <http://www.keel.es/>).

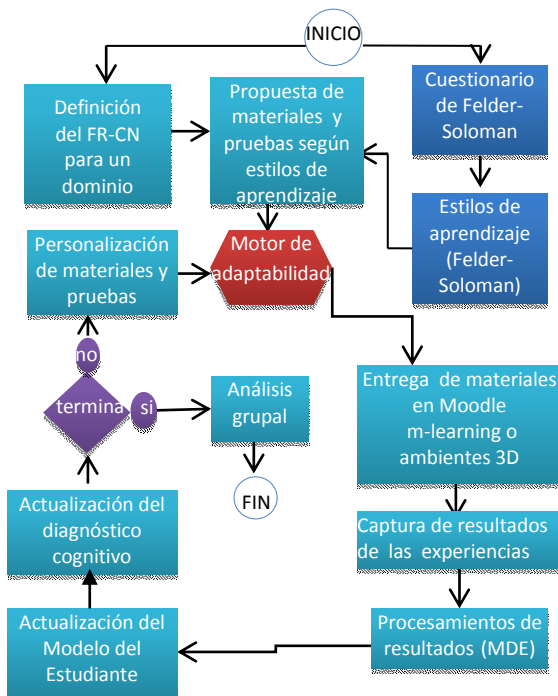


Fig. 1: ciclo de mejoramiento de la adaptabilidad

El diagnóstico cognitivo, simbolizado en un *perfil cognitivo*, da lugar a un incremento de la adaptación. Se ha considerado la presencia de la *incertidumbre* debido a que la valoración se basa en recortes del dominio, observaciones incompletas e inciertas, conjeturas e inferencias. Para comenzar el tratamiento de la incertidumbre estamos usando la Lógica Difusa en una red de conceptos que representa la estructura de los contenidos a enseñar y las dependencias entre los tópicos definidos. La Red de Conceptos Relacionados en forma Difusa (FR-CN,

Fuzzy Related-Concepts Network, Chrysafiadi y Virvou 2015) consiste de nodos que representan los conceptos del dominio de los materiales instruccionales, y arcos dirigidos que representan las relaciones entre conceptos de los contenidos de aprendizaje (ver fig.2). Las relaciones de dependencia permiten que el sistema tutorial identifique como el conocimiento de un concepto es afectado por nivel de conocimiento del estudiante o su relación con otros conceptos. Una relación de dependencia se caracteriza por el signo '+' o el signo '-' y un número (fuerza de impacto).

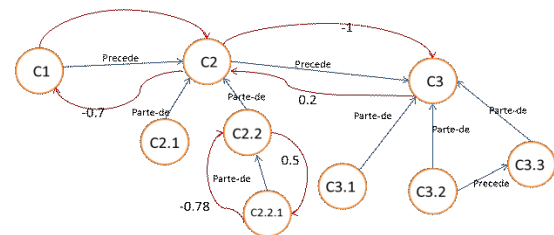


Fig. 2: modelo de representación del dominio y sus relaciones difusas (FR-CN)

En base a la red FR-CN se ha definido un modelo del estudiante (ver figura 3). El diagnóstico cognitivo de cada estudiante es estimado dinámicamente a partir de las evaluaciones de cada estudiante en cada nodo, generando el perfil cognitivo.

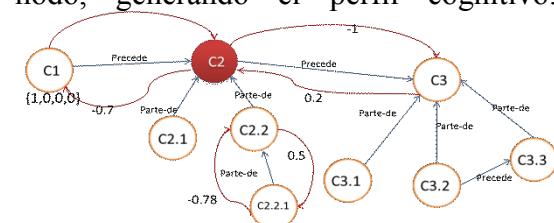


Fig. 3: modelo del estudiante

El mecanismo de cálculo en cada nodo se estima con la 4-upla = {desconocido, parcialmente conocido, conocido, aprendido} donde cada componente es un conjunto difuso. En la figura 3 el nodo C1 tiene la 4-upla = {1,0,0,0} indicando que el estudiante desconoce el concepto C1. Asimismo, hay nodos prioritarios por

su importancia en la enseñanza y evaluación. En la figura 3 se consigna que el nodo C2 debe ser evaluado.

En este punto, el motor de adaptabilidad (basado en un sistema de inferencia difusa, Stathacopoulou, 2007) ya posee sus tres variables lingüísticas de entrada: Estilos de aprendizajes, Diagnóstico cognitivo y Preferencias individuales. Se han definido variables lingüísticas de salida a fin de caracterizar los materiales y pruebas (p.e. perfil cognitivo, preferencias personales, nivel de dificultad, visualización, estructura, calidad, medio de entrega, etc.). Las salidas son materiales y pruebas personalizadas, las cuales son entregadas a los estudiantes. En las figuras 4 y 5 se ilustran dos casos desarrollados para alumnos de ingeniería.

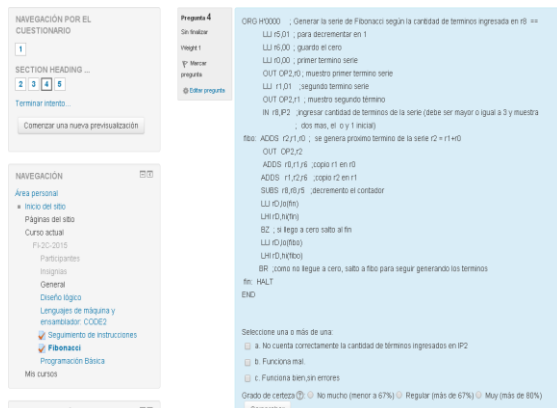


Fig. 4: prueba personalizada en Moodle

A partir de este punto se inician sucesivas iteraciones en pos de profundizar la adaptación de pruebas y materiales.

## Líneas de Investigación, Desarrollo e Innovación

✓ **Adaptación en E-learning y M-learning:** se investiga el grado de profundidad de la adaptación de materiales (adaptación manual,

semiautomática o automática). Asimismo, se analiza y define indicadores de calidad para cada ejercicio o material según el Sistema de Indicadores para la Educación Superior (Proyecto INFOACES).

✓ **Ambientes virtuales inmersivos 3D:** En muchos sistemas de inmersión 3D se admite la creación de contenidos propios y la interacción multiusuario mediante texto, audio y video (Hew K. y Cheung W, 2010). Las simulaciones en 3D posibilitan la superación de las limitaciones espaciales y temporales del mundo real facilitando la experimentación y el desarrollo de un aprendizaje más significativo de diversos contenidos teóricos. Por ejemplo (ver figura 5), se ha desarrollado en nuestro grupo de investigación, una implementación no tradicional de una simulación del problema de los tres cuerpos, en el entorno virtual 3D Open Cobalt.

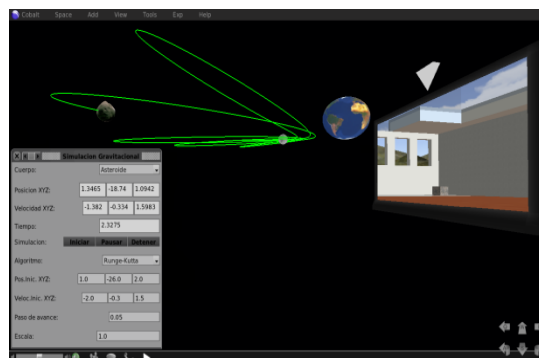


Fig. 5: espacio de la simulación gravitacional

✓ **Nuevos modelos de representación del dominio, el modelo del estudiante y diagnóstico cognitivo:** El proceso de estimar el diagnóstico se basa en observaciones inciertas, mediciones, conjeturas e inferencias. La presencia de la *incertidumbre* en el diagnóstico cognitivo se incrementa en un sistema educativo

adaptativo/personalizado debido tanto a la interacción indirecta entre los estudiantes y los profesores como a las dificultades técnicas (Grigoriadou et al. 2002). A fin de tratar la incertidumbre se usa la Lógica Difusa.

- ✓ **Minería de Datos Educativo (MDE):** Para procesar la vasta cantidad de datos obtenida por la actividad de los estudiantes en Moodle usamos Minería de Datos Educativo (MDE) (Romero, 2010) a fin de descubrir información valiosa “escondida” en las bases de datos de un AVA.

## Resultados y Objetivos

- ✓ Desarrollar un modelo para optimizar mediante la adaptación la entrega de material instruccional personalizado en ambientes e-learning y m-learning.
- ✓ Definir y desarrollar un modelo de material de estudio y pruebas personalizado en temas de ingeniería y psicología.
- ✓ Desarrollar materiales especiales como sistemas de simulación educativa en Ambientes Virtuales 3D Colaborativos.
- ✓ Investigar la adaptación dinámica con mecanismos de transcoding y su aplicación.

## Formación de Recursos Humanos

En el equipo de investigación hay especialistas en educación, informática, ingeniería y psicólogos cognitivos. Asimismo hay un estudiante de la carrera de Ingeniería Informática integrado al grupo de investigación quien colabora activamente

Actualmente hay tres postgrados cursándose en la Facultad de Informática de la Universidad Nacional de La Plata:

dos Magísteres en Tecnología Informática Aplicada en Educación a punto de finalizar y un Magister en Ingeniería de Software en curso.

## Referencias

Brusilovsky P. y Maybury M.T. (2002) From adaptive hypermedia to the adaptive web. *Communications of the ACM*, vol. 45, no. 5 p.p. 30–33.

Chrysafiadi K.; Virvou M., (2015). *Advances in Personalized Web-Based Education*. Springer Cham Heidelberg.

Froschl C. (2005). User Modeling and User Profiling in Adaptive E-learning Systems. Master's Thesis de la Graz University of Technology.

Grigoriadou M, Kornilakis H., Kyparisia A. Papanikolaou K. y Magoulas G.(2002). *Fuzzy Inference for Student Diagnosis in Adaptive Educational Hypermedia*. Lecture Notes in Computer Science Volume 2308, 2002, pp 191-202. Methods and applications of artificial intelligence.

Hew K.F. y Cheung W. S.(2010) Use of three-dimensional (3-D) immersive virtual worlds in K-12 and higher education settings: A review of the research. *British Journal of Educational Technology Volume 41*, Issue 1, pages 33–55.

Soloman, B. A., y Felder, R. M. (2003). Index of learning styles questionnaire. Recuperado junio, 2015, desde <http://www.engr.ncsu.edu/learningstyles/ilsweb.html>.

Romero C. y Ventura S. (2010). Educational Data Mining: A Review of the State of the Art. *Ieee transactions on systems, man, and cybernetics—part c: applications and reviews*, vol. 40, no. 6, november.

Stathacopoulou R., Grigoriadou M., Samarakou M. y D. Mitropoulos. (2007). Monitoring students' actions and using teachers' expertise in implementing and evaluating the neural network-based fuzzy diagnostic model. *Expert System with Applications: 32(4)* 955-975