

Sistema de Gestión para Pruebas Personalizadas

Constanza R. Huapaya¹, Leonel D. Guccione¹, Carlos G. Lazurri¹, Esther D. Benchoff^{1,2}, Marcela P. Gonzalez^{1,2}, Francisco A. Lizarralde^{1,2}

¹Grupo de Investigación en Inteligencia Artificial Aplicada a Ingeniería, Departamento de Matemática, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Mar del Plata, J.B. Justo 4302, Mar del Plata, Argentina

²Instituto de Psicología Básica, Aplicada y Tecnología (IPSIBAT), Facultad de Psicología, Universidad Nacional de Mar del Plata y CONICET, Funes 3280 - Cuerpo 5 Nivel 3, Mar del Plata, Argentina
{ constanza.huapaya, leonel.guccione, guillesky, ebenchoff.sead, francisco.lizarralde}@gmail.com
mpgonza@mdp.edu.ar

Resumen

La presente investigación presenta el diseño e implementación de un sistema Gestor de Evaluaciones utilizando el Modelo de Perturbación (GEMP). El docente/evaluador es asistido en la toma de decisiones sobre la evaluación del conocimiento de los estudiantes. El núcleo de GEMP es un modelo de estudiante de perturbación y su finalidad es facilitar al evaluador la gestión de pruebas personalizadas. El docente puede elegir los ítems para diseñar las pruebas a partir del árbol del dominio, construyendo la base del modelo de perturbación. Sobre este modelo, el evaluador puede registrar y analizar el progreso de cada estudiante dinámicamente, alcanzando un nivel de personalización creciente. Uno de los resultados más importantes de GEMP es la elucidación de los errores más comunes cometidos por el grupo de estudiantes.

Palabras clave: personalización, pruebas, sistema de gestión

1 Introducción

El objetivo de los sistemas educativos actuales, basados en la web, es llevar el proceso de enseñanza/aprendizaje real a la web. En el salón de clases, cada estudiante es un individuo único con intereses, habilidades experiencias, y logros propios. El sistema debería identificar y adaptar esas características a fin de facilitar

el aprendizaje. En este contexto, es muy deseable que un sistema de enseñanza computacional se oriente a la asistencia personalizada del estudiante en su proceso individual de aprendizaje para mejorar su autonomía y confianza en sí mismo. La personalización ayuda a los estudiantes a alcanzar el aprendizaje de temas de un dominio siguiendo su propio ritmo de aprendizaje.

Para alcanzar esta meta, tal sistema tiene que reunir, entre otra información, datos sobre el progreso y los errores que comete el estudiante. Por ejemplo, debería explorar su estilo de aprendizaje, su nivel de conocimiento previo y su conocimiento actual. Este nivel de conocimiento además puede variar, ya que el alumno puede olvidar conceptos importantes luego de un cierto periodo de tiempo.

En particular, si el sistema pudiera detectar los errores en el conocimiento, podría responder adaptando los materiales para remediar el problema.

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. En nuestro caso, para alcanzar un buen nivel de personalización en un AVA (Ambiente Virtual de Aprendizaje) se ha desarrollado un sistema con la finalidad de facilitar la construcción y análisis de las pruebas de los estudiantes con el objetivo de personalizar el aprendizaje.

2. Pruebas personalizadas

El aprendizaje personalizado usa diferentes estrategias para explorar la individualidad de cada estudiante. Estas técnicas exploran el perfil cognitivo del estudiante, sus preferencias, necesidades individuales y su conocimiento previo.

Nuestra investigación se enfocó en la medición del logro de los estudiantes. En particular, trabajamos sobre la *personalización en las pruebas* para la evaluación del progreso del estudiante [1],[2],[3]. El enfoque que se aborda aquí es principalmente la gestión de pruebas personalizadas mostrando al evaluador el nivel de aprendizaje que tienen los estudiantes sobre los ítems del dominio. Se ha diseñado una herramienta computacional que elucida los avances y retrocesos de los estudiantes.

Específicamente, se ha desarrollado un sistema computacional, GEMP (Gestor de Evaluaciones utilizando el Modelo de Perturbación), que permite examinar el progreso de cada estudiante a lo largo de un ciclo académico. De este modo, el docente puede visualizar el desempeño de cada alumno sobre cada ítem. En base al avance del estudiante, el profesor diseña nuevas pruebas tanto sobre los temas desconocidos como sobre las equivocaciones que presenta el alumno. Siguiendo este procedimiento, se puede alcanzar altos niveles de personalización en las pruebas.

Nuestro procedimiento de construcción de pruebas personalizadas se fundamenta sobre los siguientes tres modelos:

2.1 Modelo del estudiante

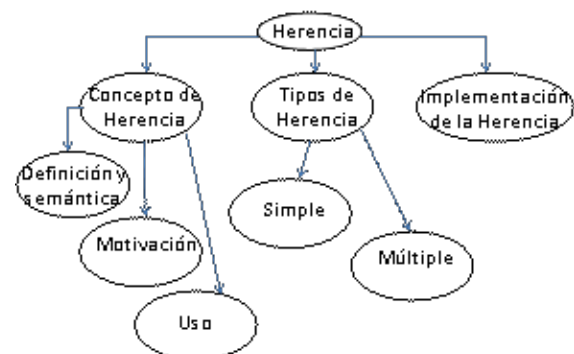
Un error en el conocimiento de un estudiante puede ser definido como una creencia o idea equivocada causada por hechos incompletos o razonamientos inexactos. . La detección de los errores es una de las características mayormente configuradas en un modelo del estudiante. Muchos estudios de sistemas educativos adaptativos han modelado errores y equivocaciones a fin de lograr una

retroalimentación personalizada. Un sistema educativo puede identificar los errores de los estudiantes a través de pruebas y de la observación de sus acciones durante el proceso de aprendizaje. El enfoque más usado para modelar los errores y equivocaciones de los estudiantes es el modelo de perturbación [4], [5].

El modelo de perturbación (derivación del modelo overlay) representa el conocimiento del estudiante como un subconjunto del conocimiento del experto al cual se le unen las equivocaciones y errores del estudiante. Esto es, los sistemas computacionales de enseñanza trataran de identificar el conocimiento erróneo. Si los sistemas almacenan los errores de los estudiantes, pueden entregar pistas para remediarlos mediante una retroalimentación apropiada. El modelo de perturbación posee un conjunto de errores llamado biblioteca de errores. Nuestro modelo considera una técnica enumerativa de errores, encontrados durante las pruebas sucesivas que almacena el sistema.

2.2 Modelo de representación del dominio

El modelo que se usa para representar el dominio es una estructura de árbol. Su raíz contiene el tema principal que será enseñado. Dada su estructura jerárquica, los hijos de la raíz son los sub-temas en que la raíz puede subdividirse siguiendo la relación es-parte-de. Esta estructura se continúa con el resto de los nodos hasta llegar a los temas más elementales que se encuentran en las hojas. En la figura 1 se aprecian dos secciones del dominio “herencia” de la *programación orientada a objetos* propuestos por dos docentes/evaluadores distintos.



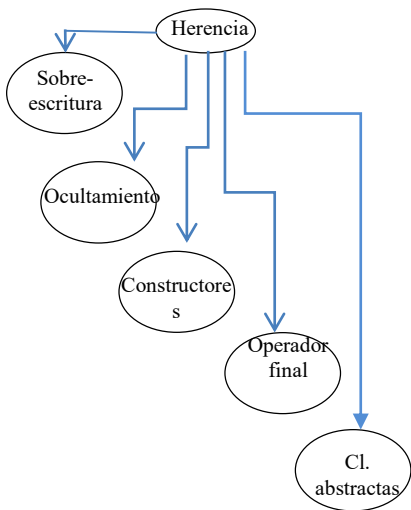


Fig. 1: dos ejemplos de representación de un mismo dominio (herencia)

2.3 Modelo de valoración del aprendizaje de los ítems del dominio: Lógica Difusa

Debido a que la estimación del nivel de conocimiento del estudiante presenta un cierto grado de incertidumbre, se utiliza la Lógica Difusa [6] para tratarla. Se han utilizado los siguientes cuatro conjuntos difusos para describir el conocimiento del estudiante en cada nodo del dominio: *desconocido*, *insatisfactoriamente conocido*, *conocido* y *aprendido* [7]. A cada nodo se le asocia una 4-upla formada por los valores de cada una de las funciones de pertenencia ($\mu_{desc(x)}$, $\mu_{insast(x)}$, $\mu_{conoc(x)}$, $\mu_{aprend(x)}$) a fin de expresar el conocimiento del estudiante sobre el concepto en evaluación, esto es, para valor de x , se evalúan las cuatro funciones de pertenencia (ver figura 2).

Para ilustrar su uso en un tópico como “herencia”, en la figura 3 se expresa que el estudiante desconoce el tema en un 40 %, posee un conocimiento insatisfactorio en un

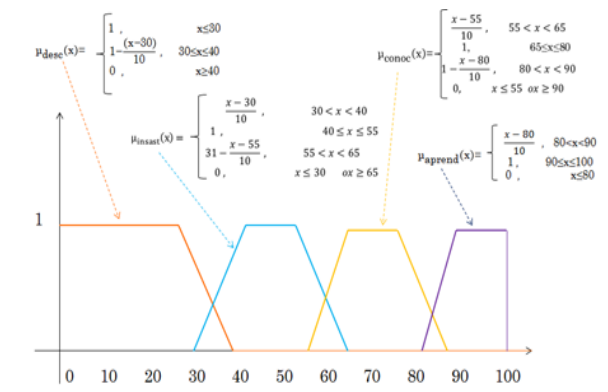


Fig. 2: definición de conjuntos difusos para los ítems atómicos (hojas del dominio)

26%; conoce el tema en un 22 % y lo aprendió en un 24 %. Estos valores de los conjuntos difusos se recibieron de las hojas del árbol (en celeste), las cuales conformaron una o varias pruebas. Luego, el sistema GEMP calculó los valores del nodo “herencia”. La activación se ha calculado, en este caso, como promedios de los hijos de cada nodo [8].

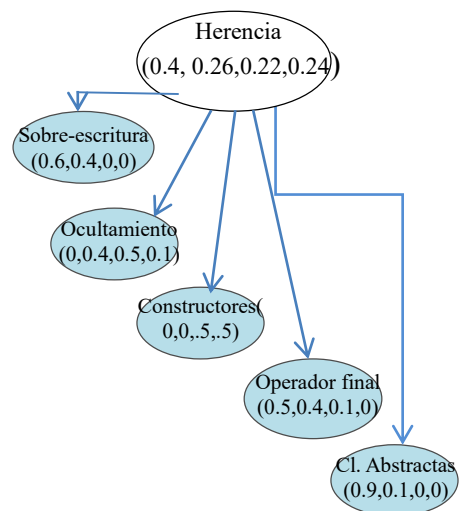


Fig. 3: evaluación de un estudiante en el tema herencia

3. Sistema GEMP

El sistema GEMP tiene como objetivo la administración de evaluaciones personalizadas de estudiantes universitarios. El núcleo del sistema es una versión del modelo de perturbación del estudiante cuya finalidad es permitir al evaluador tomar decisiones sobre la conformación de pruebas personalizadas. El

sistema gestiona la información necesaria acerca de las asignaturas, de los alumnos y de los diferentes cursos.

Cada asignatura incluye su “árbol de dominio” a partir del cual se obtienen los “árboles de perturbación” correspondientes a cada alumno. Para generar el árbol de perturbación el evaluador selecciona los ítems que forman la prueba, “podando” el árbol de dominio.

Las evaluaciones de estas pruebas, hechas por el evaluador, posibilitan la asignación de valores de los conjuntos difusos en las hojas del árbol, esto es, los ítems atómicos. A partir de estos resultados GEMP activa el modelo de perturbación permitiendo la asignación de evaluaciones estimadas al resto de los ítems no-atómicos. En las evaluaciones se muestran los ítems con valores de los conjuntos difusos *desconocido*, *insatisfactoriamente conocido*, *conocido* o *aprendido* por cada estudiante. El diagnóstico cognitivo de cada estudiante es estimado dinámicamente a partir de las evaluaciones de cada estudiante en cada nodo.

3.1 Visión general de GEMP

GEMP posee editores para crear e inspeccionar los arboles del dominio y de perturbación, administrar las pruebas, cursos, alumnos y asignaturas, como se aprecia en la figura 4 así como pantallas con la información procesada.



Fig. 4: encabezamiento de la pantalla principal de GEMP

El usuario puede ingresar y operar con los siguientes datos:

- Asignaturas
- Estudiantes
- Cursos
- Construcción de pruebas (parciales)
- Instancias de evaluación
- Operaciones sobre los arboles

3.2 Módulos de GEMP

Gestor de Asignaturas

Este módulo permite el ABM (Altas, Bajas y Modificaciones) de asignaturas y la creación/modificación del correspondiente Árbol de dominio, consignando los ítems como hojas siendo la raíz el tema principal (ver figura 5). El primer ítem del menú principal llamado “Asignaturas” nos permite gestionar y realizar un ABM de las diferentes Asignaturas de la institución académica que utilice GEMP. Cada asignatura tendrá su código, nombre, descripción y un árbol de dominio.

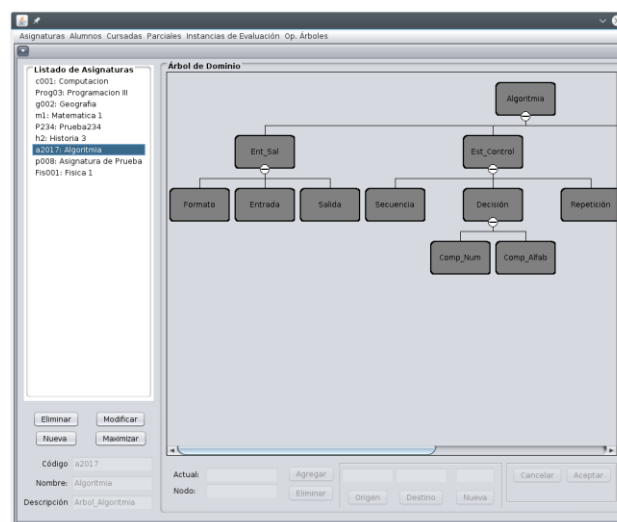


Fig. 5: Gestor de Asignatura y Árbol de Dominio, donde la raíz (tema principal) es Algoritmia

Gestor de alumnos

El ítem del menú principal llamado “Alumnos” nos permite gestionar y realizar un ABM de los alumnos de la institución académica que utilice GEMP como se aprecia en la figura 6.

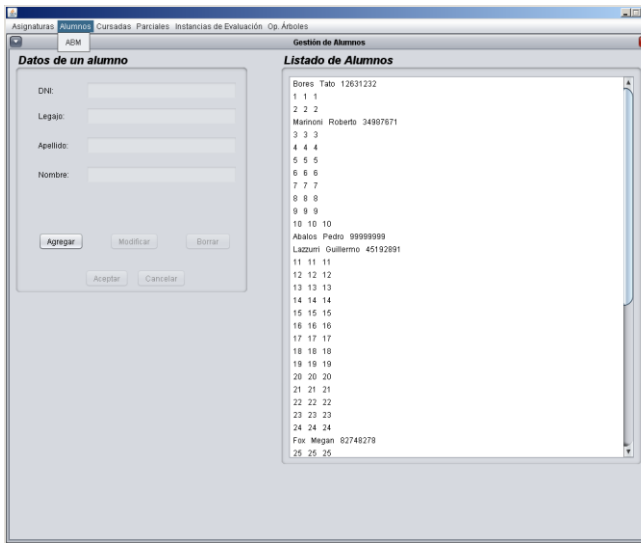


Fig. 6: gestión sobre datos del estudiante

Gestor de cursos (pestaña “cursadas”)

El ítem del menú principal llamado “Cursada” nos permite dar de alta un curso en particular. Un curso es una instancia en el tiempo de una Asignatura previamente ingresada. Consta de una Asignatura, el año y el cuatrimestre correspondiente, y un conjunto de alumnos inscriptos en el curso. Ver figura 7.

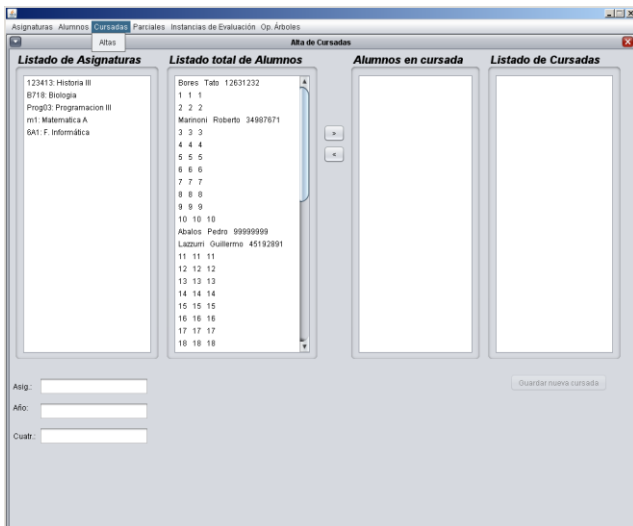


Fig. 7: gestor de cursos

Gestor de pruebas (pestaña “parciales”)

Con el gestor de pruebas se puede dar de alta una prueba. Una prueba utiliza los tópicos que serán evaluados en la prueba y fueron elegidos

en un recorte del dominio de la asignatura. No todos los cursos de la misma asignatura tienen necesariamente el mismo recorte de contenidos. Para dar de alta una prueba se inicia indicando nombre de la asignatura, la cursada en cuestión y un identificador de la prueba.

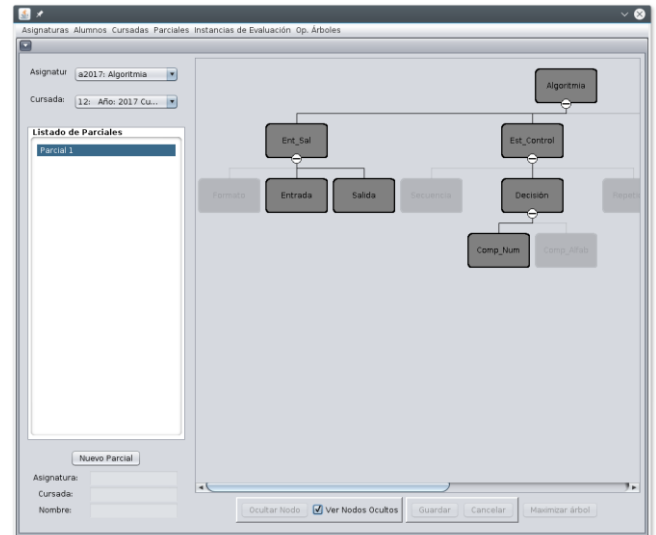


Fig. 8: gestor de pruebas

Luego se crea el Árbol de Perturbación (en el panel ubicado a la derecha) correspondiente a una determinada Prueba, mediante la selección de los ítems que se incluirán en la prueba. Esta acción puede verse como una “poda” o supresión de ítems del Árbol de Dominio que no serán evaluados. GEMP permite dos tipos de vista para los árboles de perturbación, una que muestra los nodos ocultos y otra que no. Ver figura 8.

Instancia de evaluación

El módulo Instancia de Evaluación consta de dos sub ítems: altas y correcciones.

En el sub módulo Altas se ingresa una instancia de Evaluación. Se entiende por Instancia de Evaluación la evaluación de una prueba (p.e. un examen parcial). Una misma prueba puede tener varias instancias de evaluación. Por ejemplo “primera instancia”, “recuperatorio 1”, “recuperatorio 2”. Es importante destacar que todas las instancias de

evaluación correspondientes a la misma prueba tienen el mismo árbol de contenidos. Para dar de alta una Instancia de Evaluación se deberá indicar la asignatura, cursada y parcial en cuestión, así como también, un nombre identificador, una fecha, y el conjunto de alumnos presentes en dicha instancia (ver figura 9).

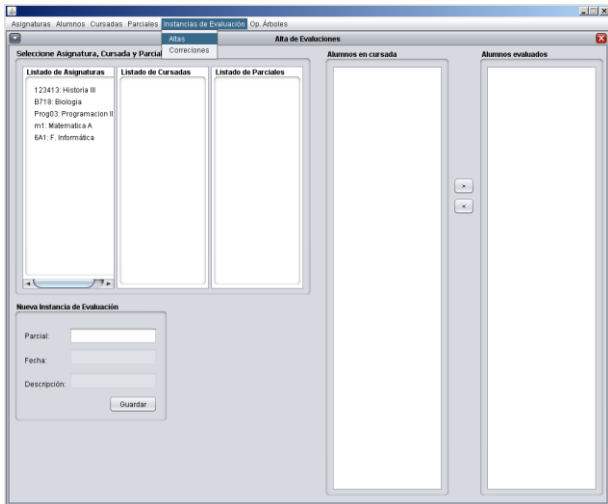


Fig. 9: alta de evaluación de una prueba

En el sub módulo Correcciones el evaluador asigna los valores a las funciones de pertenencia de los conjuntos difusos representados en cada nodo del árbol en cada prueba correspondiente a el/los alumno/s seleccionado/s. Estos nodos son coloreados indicando el nivel de aprobación (verde, amarillo y rojo).

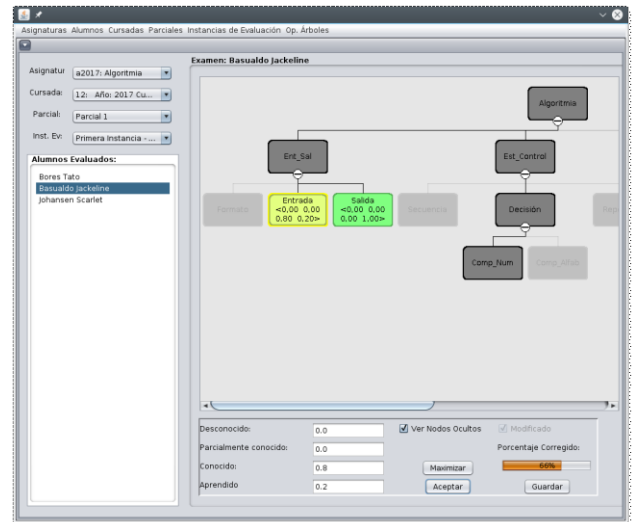


Fig. 10: sub módulo de correcciones

Operaciones sobre arboles

En este módulo se promedian los valores de las hojas de los árboles correspondientes a un subconjunto de pruebas seleccionadas de una instancia de evaluación en particular. Esta acción conocer el desempeño global del subgrupo seleccionado. En esta pantalla se informa en un panel ubicado en la esquina inferior derecha, el ranking de los nodos en los cuales se han cometido la mayor cantidad de errores. Seleccionando el nodo se lo puede identificar en el árbol de dominio. En la pantalla de la figura está seleccionado el nodo llamado “Decisión” en el cual se cometieron un total de 15 errores, resultando ser el nodo con mayor cantidad de errores. Esto permite comparar el desempeño de dos o más alumnos en una misma evaluación.

Resultados

A continuación se muestran los primeros resultados obtenidos sobre algoritmia básica. En la figura 13a se aprecia la evaluación de una muestra de 8 estudiantes.

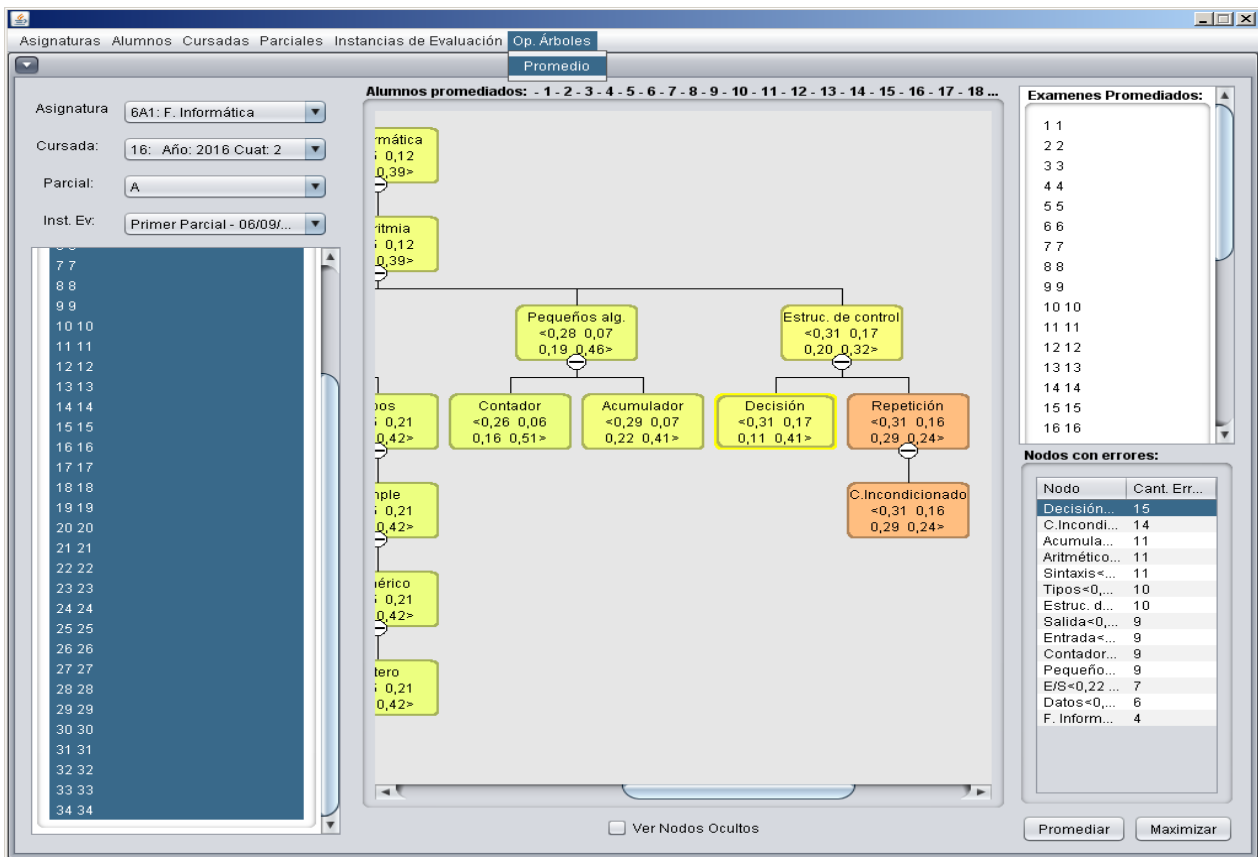
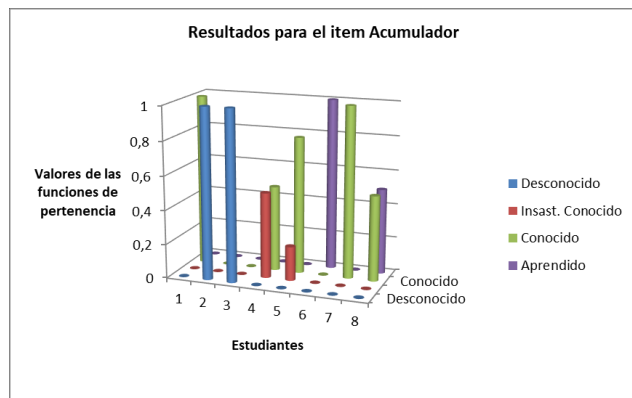


Fig. 11: módulo de operaciones sobre el modelo de perturbación de grupos de estudiantes

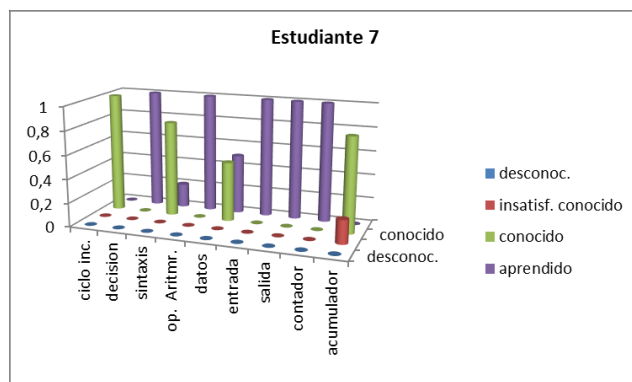
Estudiante	Ciclo incondicionado	Decisión	Sintaxis	Operador aritmético	Dato entero	E	S	contador	acumulador
1	(0,0.5,0.5,0)	(0,0,0,1)	(0,0,0,1)	(0,0,1,0)	(0,0,0,1)	(0,0.5,0.5,0)	(0,0,0,1)	(1,0,0,0)	(0,0,1,0)
2	(0,0,1,0)	(0,0,0,1)	(1,0,0,0)	(0,0,1,0)	(0,0.5,0.5,0)	(0,0,0,1)	(0,0,0,1)	(1,0,0,0)	(1,0,0,0)
3	(0,0,1,0)	(0,0,0,1)	(0,0,1,0)	(1,0,0,0)	(1,0,0,0)	(0,0,0.2,0.8)	(1,0,0,0)	(1,0,0,0)	(1,0,0,0)
4	(0,0.5,0.5,0)	(0,0,0,1)	(0,0,0,1)	(0,0,0,1)	(0,0,0,1)	(0,0,0,1)	(0,0,0,1)	(0,0,0,1)	(0,0.5,0.5,0)
5	(0,0.5,0.5,0)	(0,1,0,0)	(0,1,0,0)	(0,1,0,0)	(0,0,0,1)	(0,0,1,0)	(0,0,0,1)	(0,0,0,1)	(0,0,1,0)
6	(0,1,0,0)	(1,0,0,0)	(0,0,0,1)	(0,0,0,1)	(0,0,0,1)	(0,1,0,0)	(0,0,0,1)	(0,0,0,1)	(0,0,0,1)
7	(0,0,1,0)	(0,0,0,1)	(0,0,0.8,0.2)	(0,0,0,1)	(0,0,0.5,0.5)	(0,0,0,1)	(0,0,0,1)	(0,0,0,1)	(0,0.2,0.8,0)
8	(0,0,1,0)	(1,0,0,0)	(0,1,0,0)	(0.5,0.5,0,0)	(0,0,1,0)	(0,0,0,1)	(0,0,0,1)	(0,0,1,0)	(0,0,0.5,0.5)

Fig. 12: conjuntos difusos de la evaluación de una prueba de 8 estudiantes (sobre 34 estudiantes). Conjuntos difusos de la 4-upla: (desconocido, insatisfactoriamente conocido, conocido y aprendido) de las hojas atómicas del dominio.

A fin de comparar el rendimiento de los estudiantes en un ítem específico se aprecia la evaluación con los cuatro conjuntos difusos sobre el ítem Acumulador (ver figura 13b con datos de la columna sombreada en la fig. 12).



(a)



(b)

Fig. 13: visualización de resultados de la evaluación

En la figura 11 se aprecia uno de los resultados más importantes para el mejoramiento de la personalización: un listado con los errores más frecuentes encontrados en una prueba específica para un grupo determinado de estudiantes, ya que el docente/evaluador puede elegir la cantidad de alumnos. De este modo quedan destacados los errores asociados a cada nodo. A partir de este punto se puede adaptar las nuevas pruebas bajo la consideración de estos errores.

Conclusión

Hemos presentado un sistema de gestión para mejorar la personalización del aprendizaje de grupos de estudiantes. Se aspira alcanzar un diagnóstico computacional eficiente del progreso del aprendizaje a fin de que el docente obtenga información válida sobre sus estudiantes.

El modelo combina técnicas de lógica difusa con un creciente grado de personalización conducido y administrado por el docente/evaluador.

El modelo del estudiante utilizado es el modelo de perturbación. Asimismo, GEMP interactúa con un sistema de evaluación basado en pruebas personalizadas, desarrollado por el grupo de investigación sobre Moodle.

El objetivo de obtener un diagnóstico mejorado y dinámico en la adaptación continua de las pruebas personalizadas es favorecido tanto por la visualización del avance o retroceso del conocimiento de cada estudiante (o grupos de estudiantes) como por la captura de los errores más comunes mostrado en un ranking de errores. Esto es, GEMP ayuda en la identificación del nivel de conocimiento de los estudiantes, reconoce los errores y permite seguir las transiciones del estado cognitivo mostrado en sucesivas actualizaciones de los valores del modelo de perturbación.

En cuanto al desarrollo futuro de GEMP, se plantea agregar nuevas funcionalidades para encontrar los errores más comunes en cada asignatura, mejorar el criterio para la propagación de los valores de la 4-upla de las hojas del árbol de perturbación, etc.

El listado de errores incrementa su importancia a lo largo de sucesivos ciclos lectivos, por lo que se estudiarán los errores correspondientes a determinados tópicos, con la finalidad de fijarlos para futuras etapas de personalización en las pruebas.

Referencias

1. Benchoff Delia E., González Marcela P. y Huapaya Constanza R. *Personalization of Tests for Formative Self-Assessment*, IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje. Volume: 13, Issue: 2. Pages: 70 – 74. ISSN: 1932-8540. 2018.
2. Gonzalez Marcela, P., Benchoff Delia Esther, Huapaya Constanza Raquel, Remón Cristian A., *Aprendizaje adaptativo: un caso de evaluación personalizada*. TE & ET Revista Iberoamericana de tecnología en educación y educación en tecnología. ISSN 1850-9959.; no. 19, p. 65-72, 2017.
3. Klačnja - Milićević, A., Vesin, B., Ivanovic, M., Budimac, Z. y Jain, L.: *E-Learning Systems Intelligent Techniques for Personalization*. Springer. 2017.
4. Mayo, M. J. *Bayesian student modelling and decision-theoretic selection of tutorial actions in intelligent tutoring systems*. Ph.D. Thesis. Recuperado 11 de abril de 2019 desde http://www.cosc.canterbury.ac.nz/research/reports/PhdTheses/2001/phd_0102.pdf. 2001.
5. Nguyen, L., y Do, P. *Learner model in adaptive learning*. En Proceedings of World Academy of Science, Engineering and Technology (pp. 396–401). 2008.
6. Zadeh L. *Computing with Words. Principal Concepts and Ideas*. Springer. 2012.
7. Chrysafiadi K.; Virvou M.,. *Advances in Personalized Web-Based Education*. Springer Cham Heidelberg. 2014.
8. Huapaya Constanza R., Guccione Leonel, Benchoff Delia E., Lizarralde Francisco Á. J., Gonzalez Marcela P. *Adaptation improvement using fuzzy logic*. Journal of Computer Science & Technology; vol. 15, no. 2, ISSN: 1666-6038, p. 143-148. 2015.