



MODELIZACIÓN DE LA ASIGNACIÓN DE AULAS CON TÉCNICAS SIMBÓLICAS DE LA IA COMO AYUDA A LA TOMA DE DECISIONES

(Modeling the Allocation of Classrooms using Expert Systems to aid Decision Making)

Recibido: 12/01/2014 Aceptado: 08/04/2014

Badaracco, Numa

Universidad Nacional del Nordeste, Argentina
plalfonzo@hotmail.com

Mariño, Sonia

Universidad Nacional del Nordeste, Argentina
simarinio@yahoo.com

Alfonzo, Pedro

Universidad Nacional del Nordeste, Argentina
plalfonzo@hotmail.com

RESUMEN

Los Sistemas Expertos son una de las técnicas de la Inteligencia Artificial ampliamente utilizada para la resolución de problemas comprendidos en diversos dominios del conocimiento. Representan y explicitan el conocimiento obtenido de los sujetos utilizando diferentes mecanismos, como las reglas y las probabilidades. Además, proporcionan un marco para seleccionar acciones a seguir en situaciones complejas e inciertas, con miras a apoyar la toma de decisiones. En este trabajo, se sintetiza el estado del arte, se mencionan algunos desarrollos similares y la metodología aplicada, y se describe un prototipo de sistema experto basado en reglas que, modelizando el conocimiento obtenido, actúa como un agente software para la mejora en la asignación de espacios físicos y ayuda a la toma de decisiones en ámbitos de la Educación Superior. Para el logro de los objetivos y a los fines de experimentar, se modelizó una abstracción de una situación real de asignación de aulas, explicitando las reglas definidas e indicándose posibles soluciones, en respuesta a diversas consultas interactivas realizadas desde el sistema experto al usuario, contemplándose algunas de las numerosas variables que componen los requerimientos solicitados. Para finalizar se mencionan futuras líneas de trabajo que aportarán nuevas alternativas de aumento en la toma de decisiones.

Palabras clave: sistemas expertos, prototipos informáticos, gestión de aulas.

ABSTRACT

Expert Systems are one of the Artificial Intelligence techniques which are widely used to solve a variety of problems. It represents the knowledge obtained from experts using various mechanisms, such as rules and probabilities. Also, provides a framework to selecting actions to take in complex and uncertain situations. In the paper the state of art and some similar developments are summarized, and the applied methodology is



mentioned. Also, an expert system prototype based on rules, which acts as a software agent to improve the allocation of physical spaces and helps decision making in higher education areas is described. In order to experiment, an abstraction of a real classroom assignment situation was modeled; the rules defined were explaining and some possible solutions from expert system to the user were indicated, contemplating some of the numerous variables that comprise the requirements specified. Finally, some lines of future work are proposed.

Keywords: System Expert, computer prototypes, classroom management.

INTRODUCCIÓN

Una de las áreas de la Ciencia de la Computación (Red UNCI, 2006; ACM, 2013) es la Inteligencia Artificial (IA). Fundamentalmente, los paradigmas que la constituyen son el simbólico y el conexionista.

Los Sistemas Expertos (SE), una de las técnicas de la IA, representan el conocimiento inducido de los sujetos utilizando diversos mecanismos como son las reglas y las probabilidades. Los SE son ampliamente aplicados, siendo una de las áreas de mayor interés como dispositivo para apoyar la toma de decisiones. Esto sucede porque los mismos sugieren al profesional que opte por determinada decisión como si fuera un experto en la materia en cuestión, argumentando con toda claridad por qué esa resolución es la indicada.

El estudio sistemático de la toma de decisiones suministra el marco para seleccionarlas en situaciones complejas, inciertas o dominadas por conflictos. La elección entre acciones posibles y la predicción de resultados esperados provienen del análisis lógico realizado sobre el entorno de decisión. Los modelos sirven, entonces, tanto para identificar los problemas como para evaluar las soluciones alternativas y analizar los resultados de esas decisiones (Rozenfarb, 2011).

En esta temática se desarrollaron trabajos para diversos dominios del conocimiento, como aquellos expuestos en Sandoval (2013), Sante y Coral (2007), Estayno et al. (2013), entre otros.

En este sentido, este trabajo presenta el método, herramientas y procedimientos de la IA, utilizados para optimizar la asignación de espacios físicos en ámbitos de la Educación Superior; fundamentado en un prototipo de SE basado en reglas que actúa como un agente software de ayuda para la toma de decisiones.

Se coincide con Karanik y Pérez (2006), en que las asignaciones de recursos en las organizaciones, cuando son limitados y con necesidades cambiantes, dejan de ser un problema superficial. Generalmente, se deben determinar posibles soluciones que impliquen la valoración de diversas condiciones de eficiencia y oportunidad más allá de lograr una asignación correcta.

Un inconveniente de las instituciones educativas es la destinación de espacios físicos. Las asignaciones se logran mediante la toma de decisiones, que surgen de comparar las

disponibilidades edilicias, el número de carreras que se dictan, las características esenciales de cada materia, las horas de los docentes, entre otras; siendo estas decisiones las más tolerables para que la institución pueda llegar a su correcto funcionamiento.

Si bien no se tienen antecedentes, se sabe que en otras épocas, luego de haber logrado la distribución, éstas se mantienen fijas por temor a no encontrar una nueva solución. A tal punto, que era preferible una renuncia que una reasignación. El avance de las tecnologías promovió el desarrollo de aplicaciones de software para la ayuda de la toma de decisiones en esta temática.

Actualmente existen soluciones informáticas orientadas a la administración de aulas, como se puede observar en Autor, Cababie et al. (2005) y Sarmiento-Lepesqueur et al. (2012). Estos trabajos fueron elaborados por instituciones de nivel universitario que abordan la problemática desde diversas perspectivas. En Martínez et al. (2012) se propuso el diseño, desarrollo y la transferencia de un sistema informático orientado a la gestión de espacios físicos, incorporando aspectos relevantes de accesibilidad y acceso a través de tecnología móvil. En Cababie et al. (2005) se utilizaron algoritmos genéticos para automatizar la asignación de aulas y docentes, con miras a mejorar esta tarea.

Por otra parte, Sarmiento-Lepesqueur et al. (2012) describen un sistema para la asignación de los salones, teniendo en cuenta la disponibilidad de los mismos, los horarios de los profesores, los requisitos de recursos audiovisuales para cada materia. Además, permite almacenar la carga académica por aulas, por docente y por semestre.

Aun cuando en la unidad académica considerada para este trabajo se dispone de un área y recursos humanos encargados para la asignación y distribución de los espacios físicos, se considera de gran utilidad la utilización de un SE a la hora de llevar a cabo estas tareas administrativas.

Por lo expuesto, el sistema de ayuda para la toma de decisión que se plantea tiene por objetivo plasmar mediante un SE el conocimiento adquirido por un Bedel, es decir el personal responsable a la hora de asignar los espacios físicos, con el fin de que este conocimiento pueda ser extensivo a principiantes para guiar a la toma de una decisión eficiente.

METODOLOGÍA

La metodología propuesta para llevar a cabo el SE basado en reglas para la asignación de las aulas, se basó en Weiss y Kulikowski (1984) y Vanderland et al. (2012).

- Planteamiento del problema: la primera etapa en cualquier proyecto es normalmente la definición del problema a resolver. Puesto que el objetivo principal de un SE es responder a preguntas y resolver conflictos, esta etapa es quizás la más importante en su desarrollo.

En este trabajo se definió como problema la asignación de espacios físicos de una institución de Educación Superior en donde se dictan numerosas carreras.

Se determinaron como sujetos que intervienen en la construcción del SE: el ingeniero de conocimientos, el experto en la temática, los usuarios destinatarios del SE.

- Encontrar expertos humanos que puedan resolver el problema: en este trabajo el experto humano, como es el Bedel de la institución, tiene conocimiento de esta actividad, sin embargo, también se utilizó como fuente de información para la definición de las reglas archivos conteniendo datos concernientes a la asignación de aulas y espacios físicos.

- Diseño de un sistema experto: siguiendo a Castillo et al. (1996) los elementos que componen la arquitectura de un sistema experto son: la base de conocimiento, la memoria de trabajo y el motor de inferencias. Éstos se vinculan y facilitan la constitución de los subsistemas de adquisición de conocimientos, de interacción con el usuario para resolver una cuestión que éste plantea y el módulo de explicación.

Durante la etapa de adquisición de conocimientos se mantuvieron diversas entrevistas, estructuradas y no estructuradas con los expertos. Se emplearon cuestionarios y se analizó el archivo de datos conteniendo información fidedigna.

Una vez obtenida la información necesaria, se modelizó el funcionamiento del SE para su implementación en cualquier tipo de herramienta y se definieron los valores de las variables objetivo y evidenciales.

Para representar los resultados de la extracción de conocimientos del problema abstraído se construyó, con base en los conceptos del dominio, un grafo que explica las relaciones posibles, como se puede observar en la Figura 1. A modo de aclaración vale decir que, al haber tantos caminos posibles por cada decisión propuesta en el SE, usar un solo color para mostrar las relaciones llevaría a la confusión, es por eso que se optó emplear distintos colores para observar la complejidad de la misma.

En materia de conocimientos tácticos obtenidos, para su representación, se emplearon pseudoreglas y tablas de decisión. La Tabla 1, muestra a modo de ejemplo, una de las pseudoreglas creadas.

Además, se modeló el prototipo de SE utilizando diagramas de caso de uso y secuencias aplicando la técnica UML.

Tabla 1. Ejemplo de pseudoregla creada para el Sistema

Estado de la regla	Texto de la regla
Función	Determinar la siguiente regla que encamina a la mejor selección de aula.
Palabra del experto	Las aulas con máquinas son únicamente los laboratorios, y estas tienen incluidos el proyector y el aire acondicionado.
Formulación externa de la regla	Si necesita máquinas == {si} Entonces Ir---> Regla_7



	Sino Ir---> Regla_4
Nombre de la regla	Regla_3

Fuente: elaboración propia.

A modo de aclaración, cabe mencionar que la regla identificada como “Regla_3”, se invoca como consecuencia de la respuesta del usuario, frente a otra regla.

- Elección de la herramienta de desarrollo: debe decidirse si realizar un SE a medida o utilizar un lenguaje de programación. En este trabajo, se optó por Expert System Builder (ESB) software freeware en su versión estándar. Consiste en un generador o shell que permite construir un SE de manera tradicional o standalone. El sistema estándar de ESB se compone de tres subsistemas: ESB Question Editor; ESB Knowledge Acquisition y ESB User Interface.

- Desarrollo y prueba del prototipo: Considerando la herramienta elegida y los subsistemas que la misma proporciona, se realizaron las siguientes actividades:

1. Elaboración de las preguntas y reglas: se generaron utilizando el subsistema editor de preguntas y editor de reglas, es decir, ESB Question Editor.
2. Generación de la base de conocimientos: se utilizó el subsistema de adquisición del conocimiento, denominado como ESB Knowledge Acquisition
3. Testeo del SE: se empleó el subsistema de interfaz de interacción con el usuario estándar, o ESB User Interface, y despliegue del sistema para los usuarios finales. Se definieron casos de pruebas para validar el correcto funcionamiento del prototipo de SE desarrollado. Si el producto no satisface las pruebas de funcionamiento requeridas, las etapas anteriores (con las modificaciones apropiadas) deben ser repetidas hasta obtener una versión que cumpla con los requerimientos.

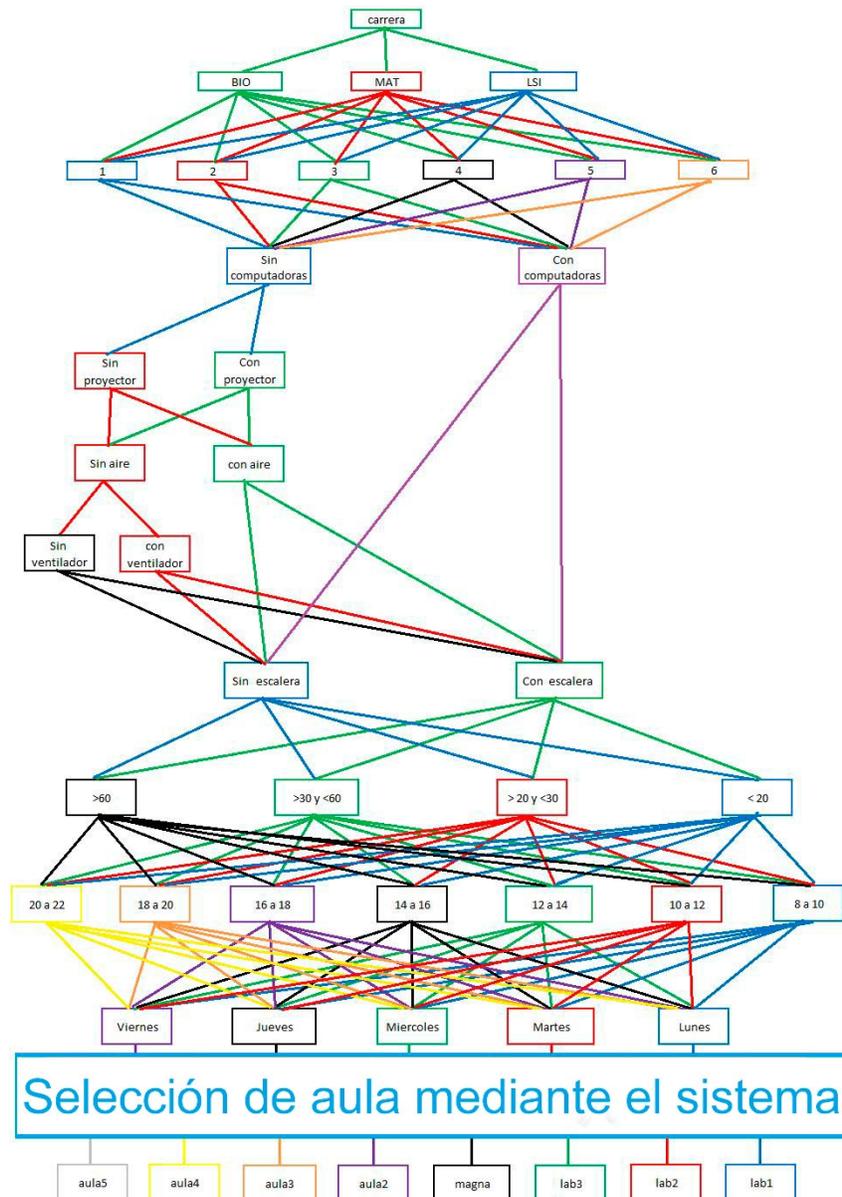
- Desarrollo de subsistema adicional: en un SE un subsistema de explicación es un componente adicional que otorga calidad a este producto tecnológico. Como subsistema de apoyo a la solución propuesta por el SE ante una secuencia de reglas activadas por el usuario, se generaron páginas web conteniendo información que argumentan la misma.

- Implementación: la puesta en funcionamiento de un SE en un escenario real de trabajo, permite generar datos de realimentación para refinarlo, de modo que al final del proyecto el resultado cubra los requerimientos. Las actividades que componen esta fase son:

1. Actualización y mantenimiento: actividad continua. Se corrigen los fallos detectados por el uso y su implementación en un escenario real. Además, se prevé la inclusión de aquellas posibilidades no incorporadas en el diseño inicial.

2. Resguardo y mantenimiento de la información: actividad continua. Deben realizarse actividades orientadas a la protección del desarrollo y seguridad de la información.
3. Capacitaciones: actividad continua. Consiste en la planificación y ejecución de eventos para asegurar y propiciar el empleo y adopción del SE por parte de sus potenciales destinatarios.

Figura 1. Mapa de relaciones



Fuente: elaboración propia.

RESULTADOS

En esta sección se sintetizan, para ilustrar el funcionamiento del SE a través de ejemplos, la implementación del prototipo de SE, donde el usuario en cada caso propuesto seleccionará distintas respuestas ante las consultas formuladas por el sistema.

En la Tabla 2, se detallan las decisiones tomadas por un usuario frente a las consulta del SE, para obtener el camino representado en la Figura 4.

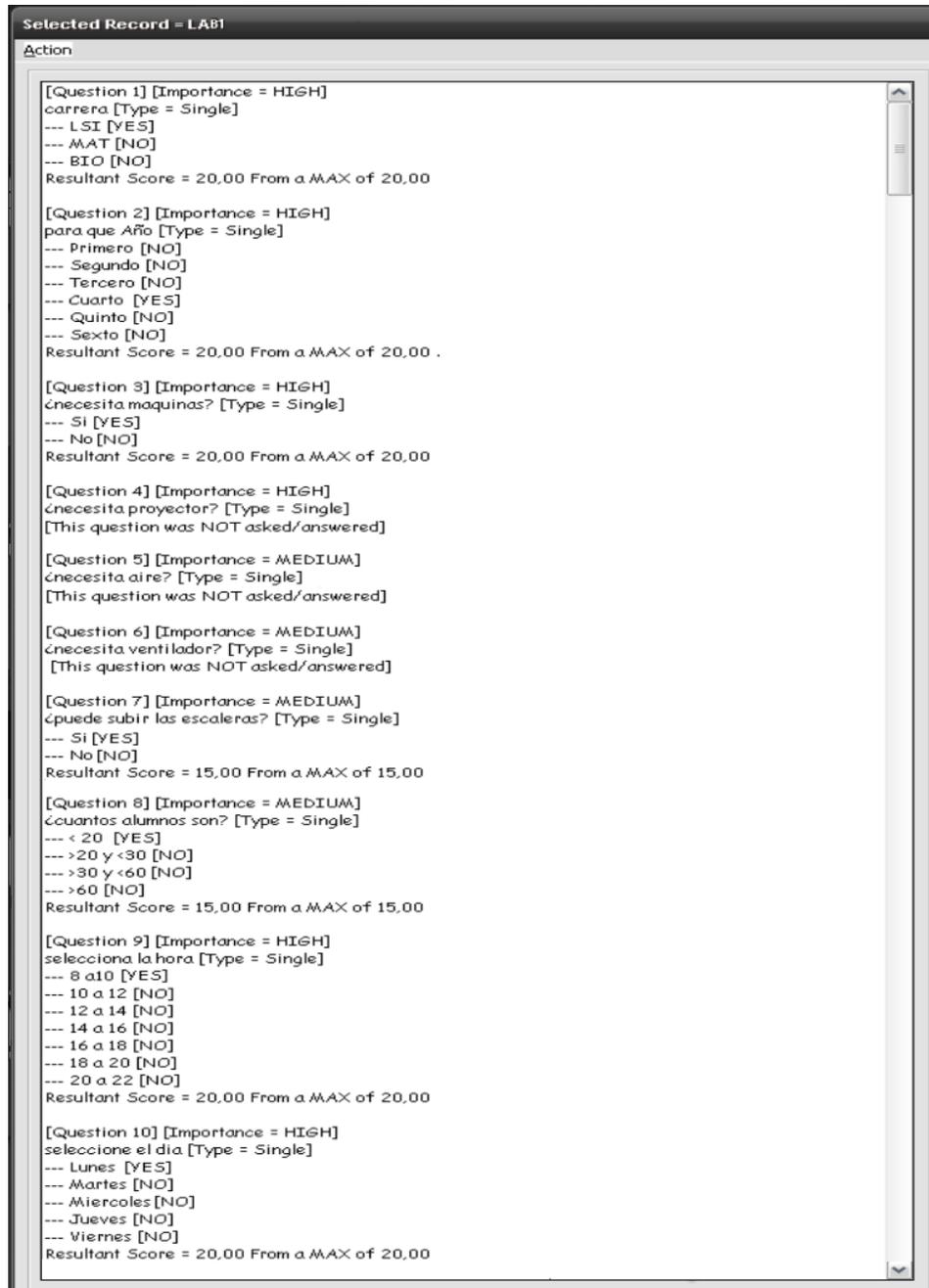
Tabla 2. Ejemplo de decisiones tomadas por un usuario

Consultas activadas con respecto a la respuestas de usuarios	Respuesta del usuario ante las consultas
1. ¿Para qué carrera necesita el aula?	LSI
2. ¿La materia a cuál año pertenece?	Cuarto
3. ¿Necesita máquinas?,	SI
7. ¿Puede subir escaleras?	SI
8. ¿Cuántos alumnos son en la materia?	Menos de 20
9. Seleccione un horario	8:00 a 10:00
10. Seleccione un día	Lunes

Fuente: elaboración propia.

Las respuestas se observan en la Figura 2, en la que se visualiza cada una de las decisiones tomadas por el usuario. Como así también, en la Figura 3 la sugerencia brindada por el SE.

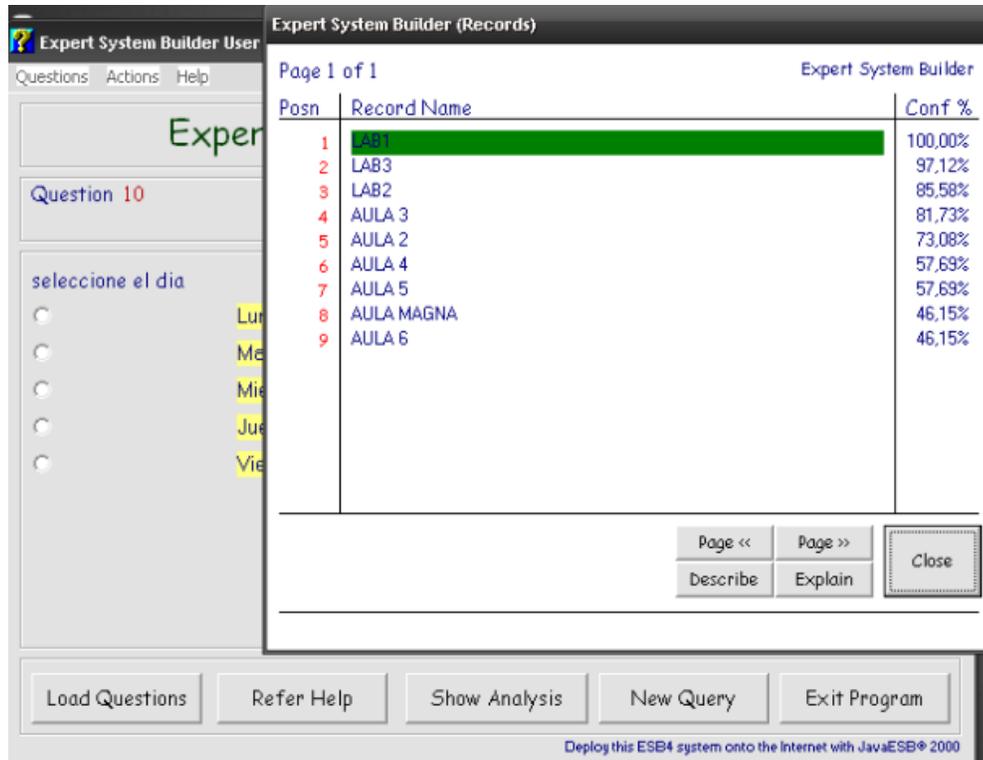
Figura 2. Interfaz de las decisiones tomadas por el usuario



Fuente: elaboración propia.

Nótese que al contestar afirmativamente ante la pregunta “¿Necesita máquina?”, el sistema presentó la pregunta 7, esto ocurre porque en todas aquellas aulas donde existen computadoras, además se dispone de proyector y aire acondicionado.

Figura 3. Sugerencia de aula propuesta por el SE al usuario



Posn	Record Name	Conf %
1	LAB1	100,00%
2	LAB3	97,12%
3	LAB2	85,58%
4	AULA 3	81,73%
5	AULA 2	73,08%
6	AULA 4	57,69%
7	AULA 5	57,69%
8	AULA MAGNA	46,15%
9	AULA 6	46,15%

Expert System Builder (Records)

Page 1 of 1

Expert System Builder

Questions Actions Help

Question 10

seleccione el dia

Lun

Mar

Mie

Jue

Vie

Page << Page >>

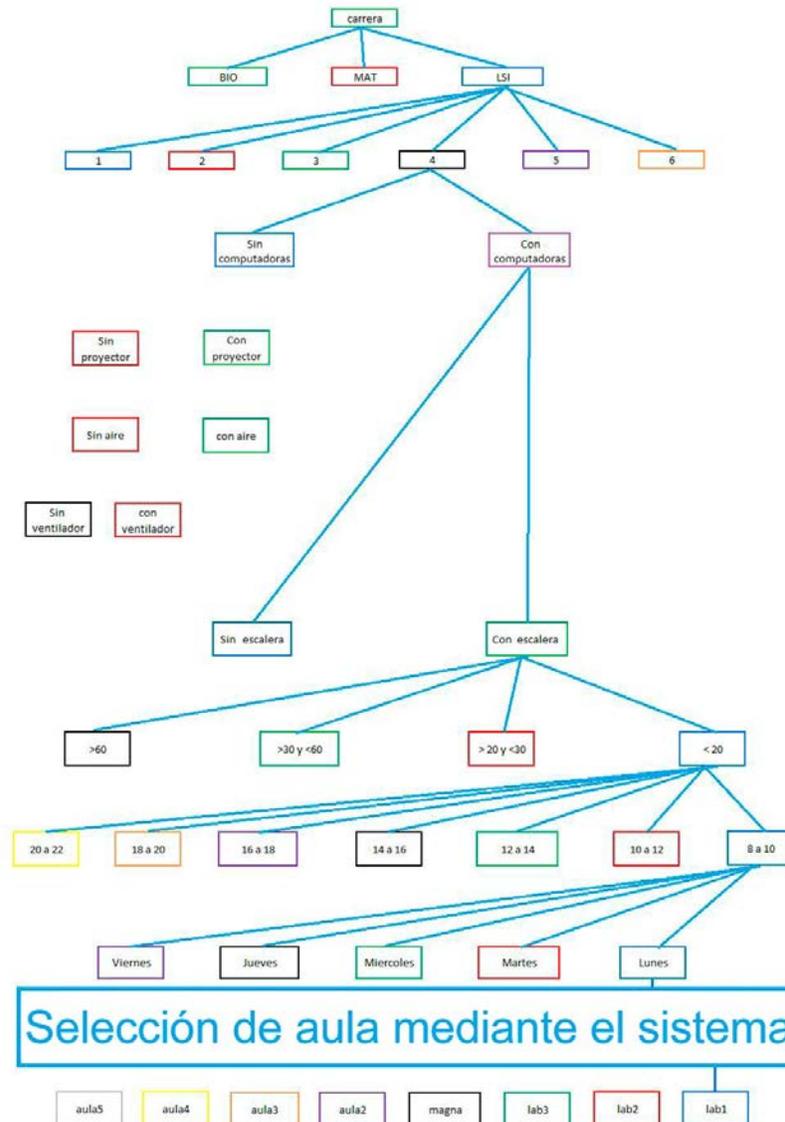
Describe Explain Close

Load Questions Refer Help Show Analysis New Query Exit Program

Deploy this ESB4 system onto the Internet with JavaESB® 2000

Fuente: elaboración propia.

Figura 4. Ejemplo de un camino posible para la asignación del Laboratorio 1



Fuente: elaboración propia.

El ejemplo expuesto anteriormente ilustró detalladamente cada uno de los pasos realizados en ESB, con su respectivo resultado. A continuación se presenta otro ejemplo donde se toma decisiones distintas en una sola pregunta, con el fin de visualizar la respuesta brindada por el sistema.

En la Tabla 3 se detallan las decisiones tomadas por un usuario, frente a las consultas del sistema, para obtener el camino representado en la Figura 7.

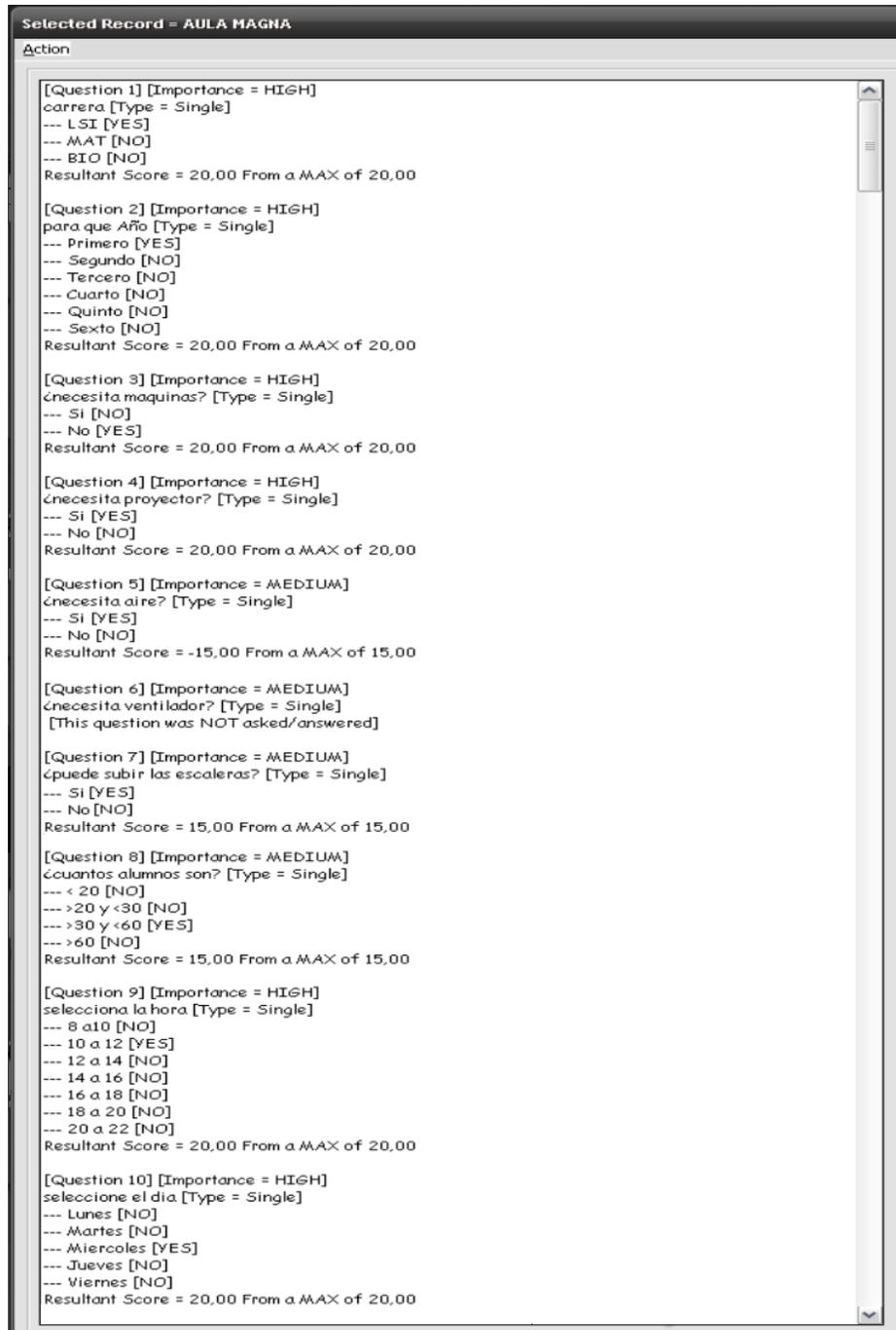
Tabla 3. Decisión tomada por el usuario

Consultas activadas con respecto a la respuestas de usuarios	Respuesta del usuario ante las consultas
1. ¿Para qué carrera necesita el aula?	LSI
2. ¿La materia a cuál año pertenece?	Cuarto
3. ¿Necesita máquinas?,	No
4. ¿Necesita proyector?	SI
5. ¿Necesita aire acondicionado?	SI
7. ¿Puede subir escaleras?	SI
8. ¿Cuántos alumnos son en la materia?	Entre 30 y 60
9. Seleccione un horario	10:00 a 12:00
10. Seleccione un día	Miércoles

Fuente: elaboración propia.

Las respuestas se observan en la Figura 5, en la que se visualizan cada una de las decisiones tomadas por el usuario. Como así también, en la Figura 6 la sugerencia brindada por el SE.

Figura 5. Imagen de las decisiones tomadas por el usuario



Fuente: elaboración propia.

Figura 6. Sugerencia de aula propuesta por el SE al usuario

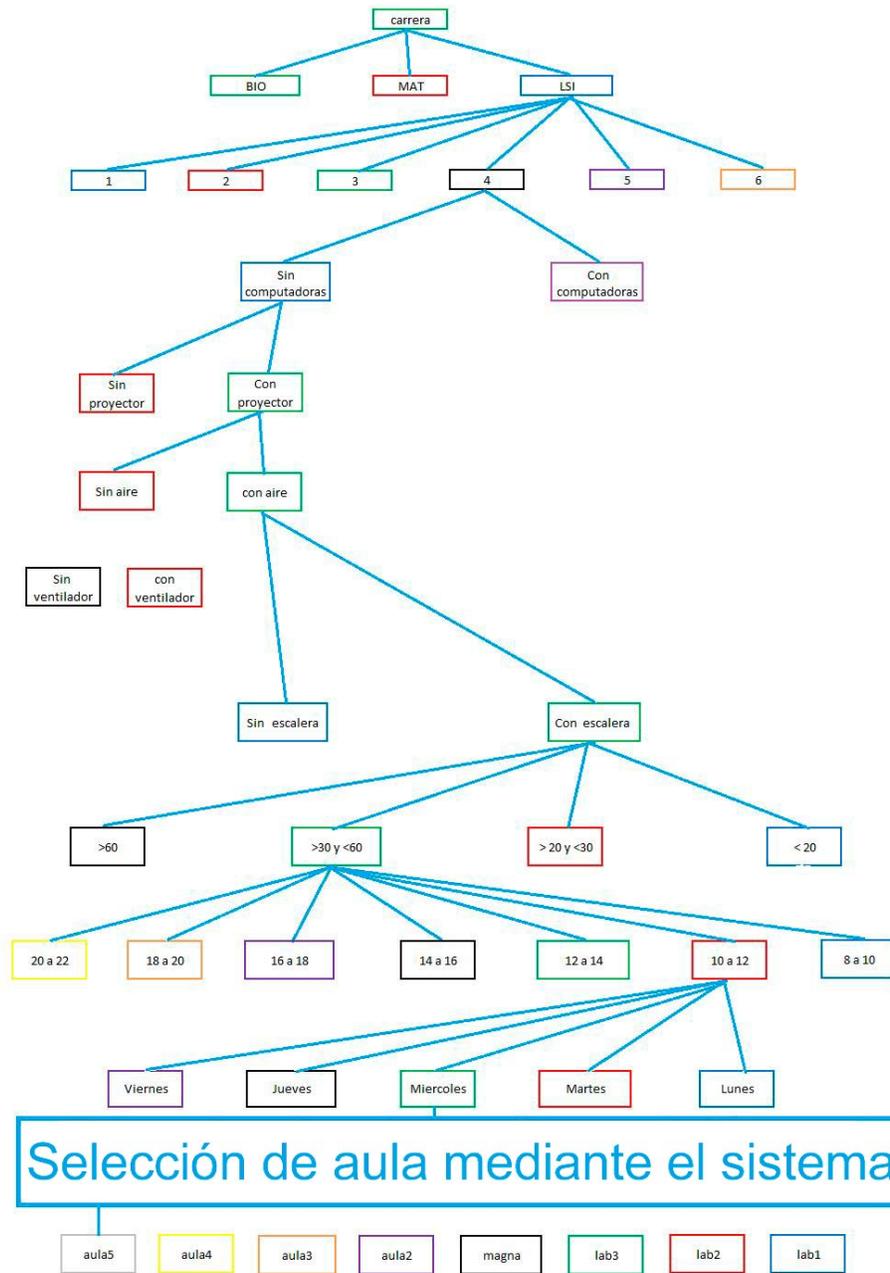
Expert System Builder (Records)

Page 1 of 1 Expert System Builder

Posn	Record Name	Conf %
1	AULA 5	90,91%
2	AULA MAGNA	88,64%
3	AULA 4	78,79%
4	LAB3	70,45%
5	AULA 3	69,70%
6	LAB2	63,64%
7	LAB1	59,09%
8	AULA 2	57,58%
9	AULA 6	48,48%

Fuente: elaboración propia.

Figura 7. Camino posible para la asignación del aula 5



Fuente: elaboración propia.

Como se mencionó en la Tabla 4, se detalla la respuestas elegidas por el usuario, frente a las consulta del sistema, las cuales son similares a las expuestas en la Tabla 3, con la particularidad que este contesta que no puede subir las escaleras, para obtener el camino representado en la Figura 10.

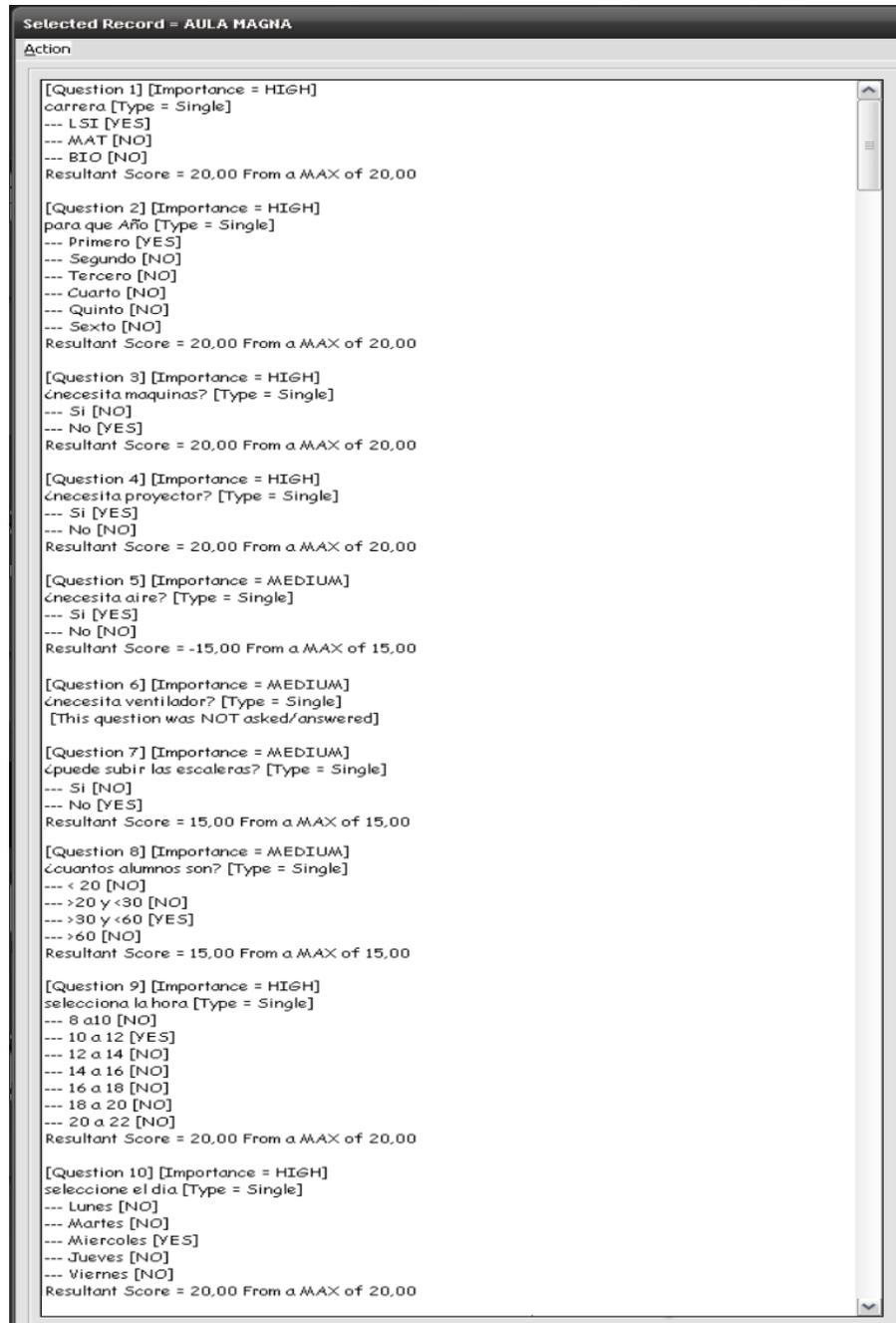
Tabla 4. Decisiones tomadas por el usuario

Consultas activadas con respecto a la respuestas de usuarios	Respuesta del usuario ante las consultas
1. ¿Para qué carrera necesita el aula?	LSI
2. ¿La materia a cuál año pertenece?	Cuarto
3. ¿Necesita máquinas?,	No
4. ¿Necesita proyector?	SI
5. ¿Necesita aire acondicionado?	SI
7. ¿Puede subir escaleras?	No
8. ¿Cuántos alumnos son en la materia?	Entre 30 y 60
9. Seleccione un horario	10:00 a 12:00
10. Seleccione un día	Miércoles

Fuente: elaboración propia.

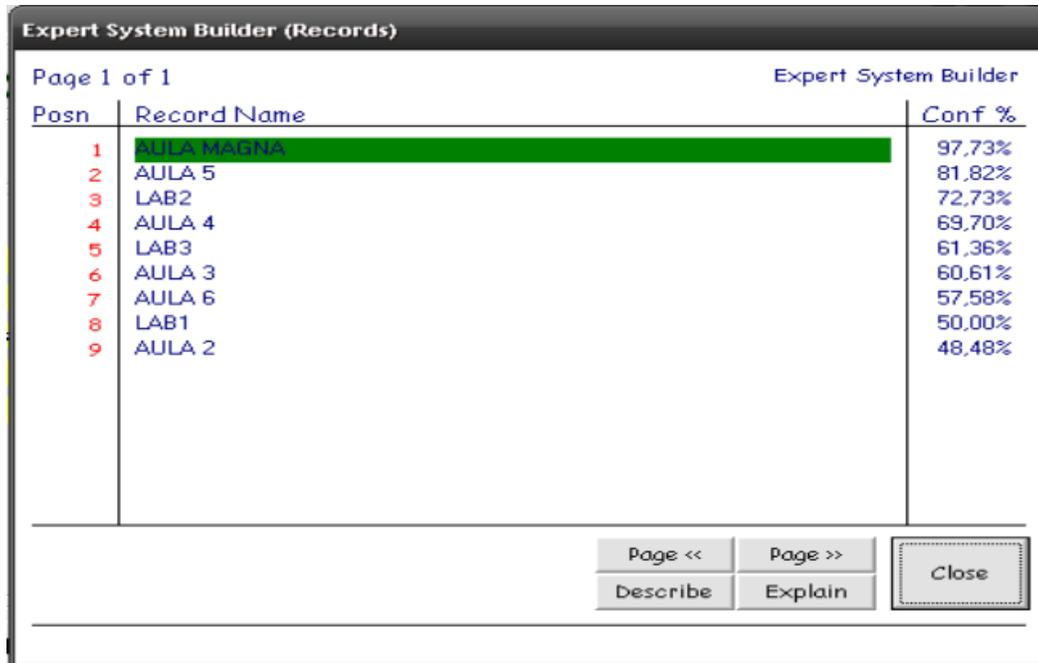
Las respuestas se observan en la Figura 8, en la que se visualiza cada una de las decisiones tomadas por el usuario. Como así también, en la Figura 9 la sugerencia brindada por el SE.

Figura 8. Imagen de las decisiones tomadas por el usuario



Fuente: elaboración propia.

Figura 9. Sugerencia de aula propuesta por el SE al usuario



Posn	Record Name	Conf %
1	AULA MAGNA	97,73%
2	AULA 5	81,82%
3	LAB2	72,73%
4	AULA 4	69,70%
5	LAB3	61,36%
6	AULA 3	60,61%
7	AULA 6	57,58%
8	LAB1	50,00%
9	AULA 2	48,48%

Expert System Builder (Records)

Page 1 of 1

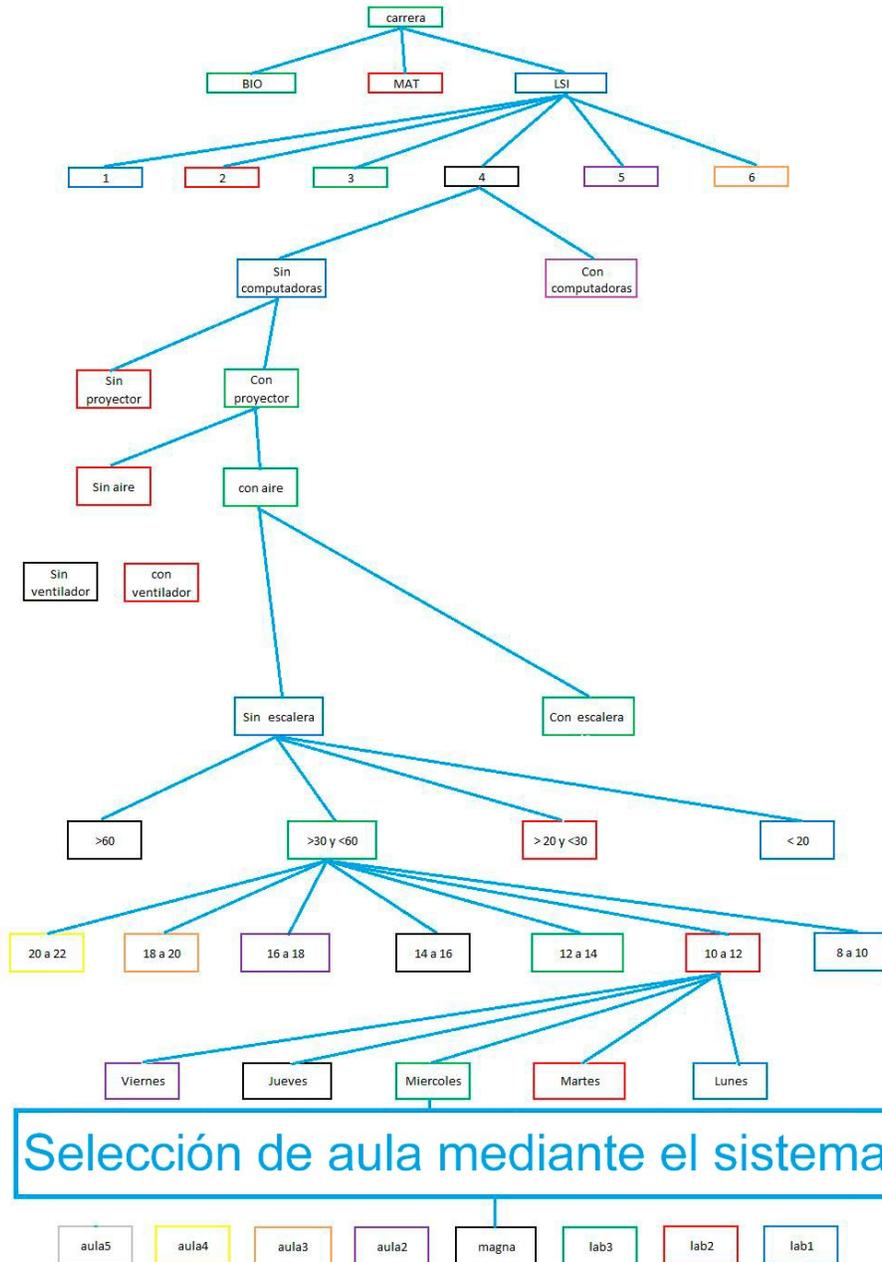
Expert System Builder

Page << Page >>

Describe Explain Close

Fuente: elaboración propia.

Figura 10. Camino posible para la asignación del aula magna



Fuente: elaboración propia.



CONCLUSIONES Y FUTUROS TRABAJOS

Se presentó un sistema de ayuda para la toma de decisiones, el cual propone distintas alternativas. Tras haber respondido en secuencia diferente las consultas realizadas por el SE al usuario, siendo estas propuestas la mejor decisión posible para cada uno de los casos tratados. Además, a través de un ejemplo, se mostró de manera gráfica el funcionamiento de las reglas definidas y cómo se puede interactuar con las mismas en el proceso de la asignación de los espacios físicos en ámbitos de la Educación Superior, a los efectos de optimizar los recursos disponibles ante las diversas variables que componen los requerimientos solicitados, siendo estos limitados, y de esta manera lograr que la institución pueda funcionar correctamente.

Por otra parte, es importante resaltar los beneficios de aplicación de las técnicas de IA en diferentes ámbitos, como es el caso de los SE aplicados en el presente trabajo.

El desarrollo del SE ofreció diversas líneas futuras de trabajo, a saber: i) Ampliar las capacidades del sistema para contemplar asignaciones especiales que tienen duraciones de pocos días; ii) Contemplar las distintas disponibilidades horarias de los profesores; iii) Adaptar el SE para permitir la toma de decisiones de los profesores y gestores desde un entorno en línea.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Association for Computing Machinery (ACM) (2013). Computer Science Curricula 2013. Documento en línea. Disponible en: <http://ai.stanford.edu/users/sahami/CS2013/strawman-draft/cs2013-strawman.pdf>. Consulta: 14/10/2013.
- Cababie P.; Cancelo F. y De Luise, M. (2008). Sistema automático para Asignación de aulas y distribución de espacios. X Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación. Mayo, Argentina.
- Castillo, E.; Gutiérrez, J. M. y Hadi, A. (1996). Sistemas expertos y modelos de redes de probabilísticas. España. Academia Española de Ingeniería.
- Cecchi, L. (2000). Ejercitación introductoria a la inteligencia artificial con el test de Turing. VI Congreso Argentino de Ciencias de la Computación. Octubre, Argentina.
- Estayno, M.; Panizzi, M. y Arenas, D. (2013). Desarrollo de sistema experto generador de recomendaciones para la implementación sistemas informáticos de gestión. XV Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación. Abril, Argentina.
- Karanik, M. y Pérez, J. (2006). Algoritmos genéticos para la optimización de asignación de espacios físicos. Documento en línea. Disponible en: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/20740>. Consulta: 14/10/2013.



Martinez, S.; Alfonzo, P. y Mariño, S. (2012). Diseño de un prototipo de sistema informático para la gestión de espacios físicos en ámbitos de la Educación, Superior Publica. 41 Jornadas Argentinas de Informática. Agosto, Argentina.

Red de Universidades con Carreras en Informática (UNCI). (2006). Documento en línea. Disponible en: <http://redunci.info.unlp.edu.ar/>. Consulta: 14/10/2013.

Rozenfarb, A. (2011). Toma de Decisiones y Business Intelligence Modelización de las decisiones. XIII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación. Mayo, Argentina.

Sandoval, C. (2013). Propuesta para implementar un sistema de gestión del conocimiento que apoye el diseño de un curso online. Revista Ingeniare. Volumen 21, número 3. (Pp. 457-471).

Sante, L. y Coral, M. (2007). Un Sistema Experto de Ayuda para el Ingreso de notas en la FCACE. XIII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación. Octubre, Argentina.

Sarmiento, A.; Torres, C.; Quintero, C. y Montoya, J. (2012). Programación y asignación de horarios de clases universitarias: un enfoque de programación entera. 10th Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology. Julio, Panamá.

Vanderland, M., Mariño, S. y Primorac, C. (2012). Sistema Experto Turístico. Un aporte a la difusión del turismo de las localidades del interior de la Provincia de Corrientes. Documento en línea. Disponible en: <http://www.eumed.net/rev/curydes/12/vmp.pdf>. Consulta: 14/11/2013.

Weiss, S. y Kulikowski, C. (1984). A Practical Guide to Designing Expert Systems. Estados Unidos. Rowman & Allanheld Publishers.