

Sistema Experto para la Recomendación de Personal Docente para Proyectos de Base Tecnológica

L. Ramos-Corchado^{#1}, M. Díaz-Rodríguez^{#2}, A. Aguilar-Cornejo^{#3}

[#]Tecnológico Nacional de México: Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez, Departamento de Investigación y Posgrado, Unidad Académica Zapopan, Jalisco, México

¹leon.ramos@zapopan.tecmm.edu.mx, ²miriam.diaz@zapopan.tecmm.edu.mx,

³alejandro.aguilar@zapopan.tecmm.edu.mx

Resumen— Se presenta un modelo de sistema experto para la recomendación de personal docente para su participación en proyectos de base tecnológica pertenecientes al TecMM. Este no es un problema trivial, debido a la subjetividad que puede presentarse en su evaluación. Para formalizar este proceso se basó en la metodología ágil Ideas de Bases tecnológicas y un sistema de apoyo a la toma de decisiones. El prototipo está dividido en cuatro fases: definición de valor, planificación, ejecución e implementación. Se presentan resultados de la arquitectura general del sistema. Se formalizó el modelado del conocimiento específico de los expertos en recursos humanos y caracterización de perfiles en la academia, lo que permitió obtener una recomendación sobre el tipo de participación “roles” al que puede aspirar un profesor en los proyectos de base tecnológica.

Palabras clave— sistema experto, SGBD, máquina inferencial, ingeniero de conocimiento, proyecto base tecnológica.

I. INTRODUCCIÓN

Este artículo aborda la problemática de la selección de personal docente para su participación en proyectos de base tecnológica pertenecientes al TecMM. Una de las constantes inquietudes de la academia y del departamento de recursos humanos (RH), debido a la dificultad que existe en formalizar adecuadamente estas asignaciones dado que en estos procesos los criterios para tomar las decisiones son subjetivos, para abordar la problemática se propone una herramienta de apoyo para esta actividad. En [1] se presenta como los sistemas expertos brindan grandes posibilidades en el campo de la gestión de personal. Para el sistema propuesto se utiliza un sistema experto (SE), el prototipo es nombrado *Experto IBT*.

En la siguiente sección se presenta el estado del arte de los SE, principalmente en aquellos para modelar la experiencia humana. En la tercera sección se muestra la metodología de trabajo utilizada. En la cuarta se muestran los resultados más relevantes. En la quinta se mencionan las conclusiones del trabajo de investigación.

II. ESTADO DEL ARTE

A. Sistemas Expertos.

Surgidos en el siglo XX los SE constituyen una herramienta de uso común en diversas disciplinas. Un SE es un programa de cómputo que sobre una base de conocimiento (BC), la cual contiene información de varios expertos para

resolver un problema de su dominio. La BC es una base de datos que gestiona el conocimiento, para brindar al sistema un conjunto de principios o reglas que infieren en nuevas consecuencias lógicas a partir de las definidas o anteriormente deducidas mediante el motor de inferencia (MI). La BC almacena hechos definidos como afirmaciones que sirven para representar: conceptos, datos, objetos, entre otros. La base de datos (BD) tiene la función de editar y consultar datos.

Existen principalmente dos tipos de SE, para problemas deterministas y para problemas estocásticos. Para el primero son los basados en reglas que tratan problemas deterministas y obtienen sus conclusiones basándose en un conjunto de reglas utilizando razonamiento lógico, ver [2]. Los que se basan en probabilidades que tratan problemas estocásticos, que tratan problemas con cierto grado de incertidumbre, estos últimos son más utilizados para diferentes casos de estudio, ver [3].

B. Gestión de personal.

Los datos manejados por el área de recursos humanos son una fuente invaluable de información para el desarrollo del conocimiento y la creación de sistemas de apoyo a la toma de decisiones en la asignación de personal. En el contexto actual, las organizaciones deben competir eficazmente en términos de costo, calidad, servicio e innovación para mantener su competitividad.

En [5] se propone un sistema de recomendación web para la selección de personal basado en agentes de software el cual contribuye con el mejoramiento de procesos de selección de personal en la organizaciones utilizando agentes de software a través de un aplicativo web, en este trabajo se afirma que una de la actividades más compleja es la generación de un número de reglas de inferencia por lo que recomienda hacer el uso de algoritmos para la generación de reglas significativas que sirvan para su evaluación difusa y reducir significativamente la ambigüedad, también hace especial énfasis que en los procesos de selección de personal necesariamente se deben de involucrar los criterios humanos en el proceso deliberativo por lo que el sistema solo funge como herramienta de ayuda.

Según Matute [6], la gestión del talento humano es un factor fundamental en el éxito de las organizaciones. Este éxito depende de la disponibilidad de personas idóneas con las habilidades apropiadas, asignadas a las posiciones adecuadas en el momento oportuno, lo que constituye la

gestión del talento humano. La gestión del talento en una organización se ha convertido en un desafío para los profesionales de recursos humanos, ya que implica la toma de numerosas decisiones administrativas para seleccionar a la persona idónea para el trabajo adecuado en el momento preciso.

Aragon [7] plantea una solución combinando diversos conceptos y tecnologías, integra el sistema de información web con agentes de software donde su función principal generar una recomendación de aspirantes que se adhieran a un perfil determinado, también es importante mencionar que los agentes implementados aplican lógica difusa para producir su recomendación, de modo que con esto se logra eliminar subjetividades y sesgos que normalmente afectan negativamente las decisiones en un proceso de selección.

El trabajo *Sistemas de inferencia basados en Lógica Borrosa: Fundamentos y caso de estudio* [8] tuvo como objetivo presentar los fundamentos de los sistemas inteligentes basados en lógica difusa, conocidos también como Sistemas de Inferencia Difusa (SID). Donde se define inicialmente los conjuntos difusos, las operaciones que se pueden efectuar con ellos, y las funciones de pertenencia para los sistemas de apoyo en la toma de decisiones y recomienda su aplicación a problemas que tienen solución con sistemas expertos tradicionales.

La utilización de modelos difusos para la exploración y evaluación en los deportes ha demostrado mayor flexibilidad y robustez como lo exponen en el trabajo *Identificación de talentos deportivos utilizando un sistema experto orientado a la web con un módulo difuso* [9] el cual logra predicciones de aceptabilidad y propuestas de los deportes más adecuados para la persona que es evaluada.

Golec [10] presenta un modelo difuso para la evaluación y selección de empleados basada en competencias. En este presenta una estructura jerárquica integral de selección y evaluación de un empleado, con un ejemplo que demuestra la viabilidad del método. La representación difusa del conocimiento es su principal dificultad.

Aunque no se puede modelar aún una herramienta que pueda reemplazar completamente al experto humano, es un reto implementar en software una evaluación global de las capacidades de un candidato para un proyecto, teniendo en cuenta todas las características del rol a ocupar, ya que este debe proveer un soporte importante al experto en el desempeño de su actividad laboral, esta es una razón por la cual la Metodología IBT recomienda el uso de SE donde se pretende superar las limitaciones de los previos modelos expuestos, referidos a la exactitud y precisión de los resultados finales.

III. SISTEMA EXPERTO IBT

La presente investigación propone un sistema experto para el proceso de selección de recursos humanos en proyectos de investigación. Por la naturaleza de la problemática estará propenso a un alto grado de incertidumbre y/o interpretaciones, la metodología ágil a

utilizar desarrollada previamente denominada IBT para gestión de proyectos, la cual busca generar valor en un periodo de tiempo muy corto, a partir del juicio de la academia, RH o Responsable del proyecto.

Los principales actores que intervienen en la aplicación Experto IBT son el ingeniero conocimiento (IC) “Programador”, los expertos del dominio del conocimiento sobre los proyectos y los perfiles que estos requieren (RHA), los usuarios del sistema (US).

El marco de trabajo utilizado para el desarrollo del SE consistirá en 5 etapas:

- 1) Identificación del personal, en esta etapa se selecciona a los docentes para participar en proyectos de base tecnológica según la frontera planteada del proyecto.
- 2) Selección de variables objetivo y sus respectivos valores, los RHA definieron como variable objetivo el tipo de asignación al que puede aspirar un docente en un proyecto de base tecnológica. Los posibles valores que pueden tomar las variables son: no aplica, parcialmente aplica, aplica, satisfactorios.
- 3) Selección de variables de entrada y sus posibles valores proporcionados por los expertos del dominio RHA en la BC, en la tabla 1 se presentan las más relevantes. La identificación de los rasgos y características es el proceso principal, representadas en las variables de entrada, que asume la variable objetivo, identificada para el dominio del problema. En esta etapa se consideran los siguientes criterios: i) Formación académica y último grado, ii) Experiencia en la especialidad medida en años, iii) dominio de inglés (nivel B1), iv) producción académica clasificada con los lineamientos de investigación del TecNM. A cada variable de entrada definida en los criterios se les asigna un peso de 0 a 1 en correspondencia de su importancia según el mismo lineamiento, siendo el criterio de producción académica el que tiene una influencia mayor en el resultado al ser caracterizado por los especialistas en el dominio de conocimiento.

TABLA I.
VARIABLES DE ENTRADA

Formación académica	Puntaje
Licenciatura o Ingeniería	.25
Especialidad	.5
Maestría	.75
Doctorado	1
Experiencia laboral	Puntaje
Experiencia PRODEP o SNI	.5
Dominio del Inglés	Puntaje
Habla, Lee, Escribe	.5 c/u
Productos Académicos Validos	Puntaje
Artículos Indizados Artículos Arbitrados	299
Libros y/o Capítulos	108
Tesis, Informes técnicos	897
Memorias de Congresos, simposios, foros, seminarios y coloquios	.598
Prototipos	299

- 4) Diseño de reglas de evaluación, este paso tiene cierto grado de complejidad y se comienza identificando los rasgos y las características, que serán plasmadas en las variables de entrada que darán el valor que asume la

variable objetivo identificada en el dominio del problemas, en esta intervienen el IC y los RHA para la adquisición de información relevante sobre los tipos de contratos de los profesores, con base en los rasgos identificados y definidos en la fase anterior, a su vez el IC y HRA definen las reglas a evaluar y generar las preguntas que los US interactuaron en la interfaz, en la tabla 2 se presenta un ejemplo de esta etapa, donde se muestran inferencias resultantes del proceso de selección de roles.

TABLA II
REGLAS A EVALUAR

Antecedente	Consecuente
Profesor con experiencia en proyectos inferior a 1 año	No aplica
Profesor con experiencia en proyectos superior a 2 años, con perfil Lic., Esp., Msc., Phd	Ocasional
Profesor con experiencia en proyectos superior a 2 años, con perfil Lic., Esp., Msc., Phd y con dominio del inglés	Equipo
Profesor con experiencia en proyectos superior a 2 años, con perfil Lic., Esp., Msc., Phd y con dominio del inglés con producción académica válida	Lider ágil
Persona interesada en el proyecto o entidad patrocinadora	Rector ágil
Persona interesada en la solución	No aplica

5) Implementación del SE. En la identificación de valor “requerimientos” se lograron identificar en las historias de usuario tres capas principalmente, estas son: la lógica de la interfaz del programa “datos” esto en visperas de lograr la independencia del sistema, y la BC pueda ser modificada sin la necesidad de modificar la programación, está BC deberá ser alojada en un sistema gestor de bases de datos (SGBD). Las reglas y el motor de inferencia (MI) se implementan en Python y la librería experta 1.9.3 para su ejecución en escritorio y con la utilización de un manejador “driver” para tener acceso al SGBD, para lograr transparencia y escalabilidad a otras plataformas

La arquitectura básica del sistema Experto IBT es mostrada en la Figura 1, se muestra como esta compuesto por los tres subsistemas mencionados, estos son: variables de entrada y salida, BC e “Interfaz de usuarios”.

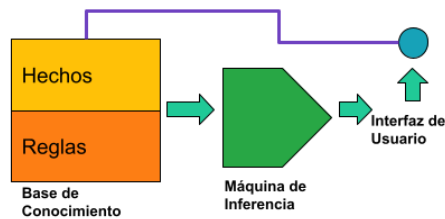


Fig. 1. Arquitectura Experto IBT.

Para el desarrollo del sistema experto con el usuario se propone con los siguientes componentes descritos en las siguientes subsecciones.

A. *Editor de variables de entrada y salida.*

El IC y los RHA utilizarán este módulo para registrar los rasgos identificados en las variables de entradas que darán la pauta a algunas formulaciones que estarán disponibles, y con

el botón acciones se permitirá ingresar una nueva variable del tipo “antecedente, consecuente”.

B. *Editor de la base conocimiento.*

Se desarrollará un módulo de adquisición de conocimiento para cargar el archivo de las variables de entrada y salida, para así poder configurar las reglas en la base de conocimiento. Este proceso es cíclico hasta que se hubieran configurado todas las soluciones posibles, según sea cada una de las preguntas formuladas. Este módulo permite establecer dependencias a través del botón “dependencias”. Una vez terminado el proceso, las preguntas formuladas, las dependencias y la asignación de importancia son guardadas en la base de datos.

C. *Base de Datos.*

El prototipo estará relacionado con una base de datos y se focaliza en almacenar variables de entrada: Información del personal docente, experiencia en proyectos, formación académica, dominio del inglés, productos válidos.

D. *Interfaz del usuario final (Datos de entrada).*

La interfaz tendrá de acuerdo con el framework de desarrollo y sus librerías para el manejo de interfaces, en el primer módulo los US puedan interactuar intuitivamente para acceder al conocimiento especializado de una forma ordenada y clara, una vez selecciona la variable de entrada y su valor en el recorrido de inicio a fin. En principio se muestra el cuestionario al RHE para dotar al prototipo de conocimiento y completar la BC a su vez se verifican las relaciones de cada una de las opciones disponibles para emitir una recomendación.

E. *Interfaz del usuario final (Configuración).*

Este módulo que interactúa con el US, selecciona un conjunto de variables con cierto grado de relevancia, responde las preguntas planteadas por el SE. El modelo planteado muestra las preferencias de los potenciales candidatos a participar en proyectos y estas están determinadas por las variables ya mencionadas anteriormente. El módulo que interactúa con US y el SE sigue un patrón de conversación lo más parecido a una conversación humana, para lograr obtener respuestas concretas del usuario hay que tener especial cuidado en la formulación del cuestionario. Para lograr esto es necesario una interfaz lo más intuitiva posible para que la consulta se lleve a cabo, este proceso se observa en la Figura 2.



Fig. 2. Flujo de una consulta.

IV. RESULTADOS

Los resultados obtenidos se enfocan en la base de conocimientos. Para comprobar el correcto funcionamiento de los módulos se hicieron pruebas con cuatro candidatos susceptibles de participación en un proyecto de base tecnológica, en la Tabla 3, se muestra de manera correcta el tipo de participación de cada candidato en función a las variables de entrada seleccionadas. Estos resultados se logran por el MI debido a que aprovecha los cálculos del procesador local en conjunto con la librería experta que maneja las transacciones con el SGBD, y con la modularización se logra independizar la información base “editor de preguntas” la adquisición de conocimiento y el motor de inferencia donde se evidencia su almacenamiento en el SGBD las reglas usadas para la consulta “aprendizaje de las reglas utilizadas”, teniendo cierto grado de dinámica permitiendo al usuario configurar la pregunta en tiempo de ejecución.

TABLA III
RESULTADOS

Variables de Entrada (evidencias o antecedentes)		Profesores Candidatos			
		PC1	PC2	PC3	PC4
Experiencia en Proyectos			.5	.5	.5
Licenciatura Afín		.25	.25	.25	.25
Formación posgrado	Esp.	.5		.5	
	MSC.		.75	.75	.75
	PhD				1
Dominio del inglés	Habla	.5		.5	.5
	Lee			.5	.5
	Escribe			.5	.5
Artículos Indizados Artículos Arbitrados		.299			.299
Libros v/o Capítulos					
Tesis, Informes técnicos					.897
Memorias de Congresos, simposios, foros, seminarios y coloquios					
Variables de Salida (Objetivo o consecuentes)MI		PC1	PC2	PC3	PC4
No aplica		X			
Ocasional			X	X	X
Equipo				X	X
Líder ágil					X
Puntaje Final		0	1.5	3.5	4.59

V. CONCLUSIÓN

El prototipo Experto IBT, usa un MI para obtener razonamiento deductivo automático, permite a los aspirantes a participar en un proyecto de base tecnológica en el TecMM, y obtener una recomendación sobre el tipo de posición dentro de este, de acuerdo a los siguientes indicadores: experiencia en proyectos, formación académica, dominio del inglés, productos académicos. El objetivo que se perseguía con este prototipo es brindar una herramienta con fundamento en la metodología ágil IBT, para apoyar la toma de decisiones en la selección de profesores para participar en los diferentes proyectos de base tecnológica pertenecientes al TecMM.

Después de las pruebas realizadas se identificó que las variables de entrada necesitan ser ampliadas para determinar el perfil del Docente y si se ajusta a los objetivos del proyecto.

AGRADECIMIENTOS

Agradecer al tecnológico por brindarnos el apoyo de seguir trabajando en la integración de la metodología IBT en beneficio de los proyectos de base tecnológica.

REFERENCIAS

- [1] S. Briggs, and L.D. Doney. "Eight Human Resource Expert Systems Now." *Computers in Personnel*. Vol. 4, pp.10-14, 1989.
- [2] S. Badaró, L. Javier Ibañez, and M. J. Agüero, “Sistemas Expertos: Fundamentos, Metodologías y Aplicaciones,” *Rev. Cienc. y Tecnol.*, vol. 13, pp. 349–363, 2013
- [3] Clips, “CLIPS: A Tool for Building Expert Systems.” [En línea]. Disponible en: <http://clipsrules.sourceforge.net/>.
- [4] E.A. Feigenbaum, P.H. McCormick, y H.P. Nil. *The Rise of the Ex- pert Company: How Visionary Companies Are Using Artificial Intelligence to Achieve Higher Productivity and Projects*. New York: Times Books. 1988.
- [5] R. D. Estrada Esponda “Aplicación Web para la selección de personal por medio de intervalos difusos de evaluación” *Scientia Et Technica*, vol. 23, núm. 2, pp. 214-221, 2018 Universidad Tecnológica de Pereira [En línea]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/849/84958001011/html/>.
- [6] K. Matute Pinos y R. Bojorque Chasi, “Apoyo a los subsistemas de talento humano, selección y reclutamiento a partir de un sistema experto. Caso de estudio,” *Ingenius*. n.26, pp.41-48, 2021. <https://doi.org/10.17163/ings.n26.2021.04>.
- [7] J. Aragón Campo y R. D. Estrada Esponda, “Sistema de recomendación web para la selección de personal basado en agentes de software,” Bachelor Thesis, Universidad del Valle, Colombia, 2014 [En línea] Disponible en: <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/handle/10893/17057>
- [8] R. A. Maguñá Pérez, “Sistema de inferencia basados en lógica borrosa: fundamentos y caso de estudio,” *Revista de investigación de sistemas e informática*, Vol. 7(1), pp. 91-104. 2010 [En línea]. Disponible en: http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/publicaciones/risi/2010_n1/v7n1/a09v7n1.pdf
- [9] V. Papić, N. Rogulj and V. Pleština, “Identification of sport talents using a web-oriented expert system with a fuzzy module,” *Expert Systems with Applications*, Vol. 36(5), pp. 8830-8838, 2009. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2008.11.031>.
- [10] A. Golec, and E. Kahya, “A fuzzy model for competency-based employee evaluation and selection,” *Computers & Industrial Engineering*, Vol. 52(1), pp. 143-161, 2007. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2006.11.004>.