

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas



Una Institución Adventista

Sistemas expertos: una opción de solución confiable

Por:

David Pachamora Pinedo

Asesor:

Mg. Miguel Angel Valles Coral

Tarapoto, 02 de diciembre de 2019

DECLARACIÓN JURADA DE AUTORIA DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Miguel Ángel Valles Coral, de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que el presente informe de investigación titulado: "***Sistemas Expertos: una opción de solución confiable***" constituye la memoria que presenta el estudiante David Pachamora Pinedo; para aspirar al grado de bachiller en Ingeniería de sistemas, cuyo trabajo de investigación ha sido realizado en la Universidad Peruana Unión, bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este informe son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente constancia en ciudad de Morales, a los 02 días del mes de diciembre del año 2019.



Mg. Miguel Ángel Valles Coral

Asesor

Sistemas expertos: una opción de solución confiable

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Presentado para optar el grado de Bachiller en Ingeniería de Sistemas

JURADO CALIFICADOR



Dr. Edgar Rubén Mamani Apaza
Presidente



Immer Elías Cuellar Rodríguez
Secretario



Mg. Joseph Ibrahim Cruz Rodríguez
Vocal



Mg. Miguel Ángel Valles Coral
Asesor

Tarapoto, 02 de diciembre de 2019

Resumen

Tras el incremento y el desarrollo de las sociedades, también se han multiplicado los problemas. Así, la búsqueda de soluciones rápidas, inteligentes y confiables, basadas en conocimiento, contexto local y consenso social, pero a bajo costo; se ha convertido en una de las principales preocupaciones. Teniendo esto en cuenta, esta investigación muestra la confiabilidad de los sistemas expertos, destacando casos de éxito en diferentes áreas. En sus inicios, observaron buenos resultados, y más aún conforme ha avanzado las tecnologías. Si bien es cierto, estos sistemas no poseen soluciones generales, han mostrado una aguda pericia mientras más escueto es el campo de especialización, superando el asertivo humano; en algunos casos. Se concluye, pues, en la recomendación para el desarrollo y aplicación de estos sistemas; por su adaptabilidad y optimización, optando por tecnologías recientes para su elaboración.

Palabras clave: Sistemas expertos, inteligencia artificial, casos de éxito, confiabilidad, sentido común.

Abstract

After the increase and development of societies, the problems have also multiplied. Thus, the search for fast, intelligent and reliable solutions, based on knowledge, local context and social consensus, but at a low cost; It has become one of the main concerns. With this in mind, this research shows the reliability of expert systems, highlighting success cases in different areas. In the beginning, they observed good results, and even more as technology has advanced. Although it is true, these systems do not have general solutions, they have shown an acute expertise while the field of specialization is narrower, surpassing the assertive human; in some cases. It is therefore concluded in the recommendation for the development and application of these systems; for its adaptability and optimization, opting for recent technologies for its elaboration.

Keywords: Expert systems, artificial intelligence, success cases, reliability, common sense.

I. INTRODUCCIÓN

Las personas, negocios, empresas, etc.; siempre han necesitado la opinión de expertos en temas específicos frente a cuestiones particulares para decidir por la solución más óptima entre varias alternativas, siendo un simple diagnóstico, el caso más típico en el problema de la toma de decisiones [1]–[3], el mismo que llevado al círculo de la responsabilidad implicaría salvar o perder una vida [4]. Actualmente, además de la propuesta de solución, ahora se busca que sea confiable, ya que el crecimiento de la información y la accesibilidad a ella, han creado cierta desconfianza ante cualquier simple opinión, por más acertada que sea [5].

Así se presenta desde la década de 1960 el deseo por computarizar el razonamiento humano para ayudar en estas decisiones, que presente efectividad y certeza; provocando el surgimiento de los sistemas expertos (SE) [6], [7]. Estos sistemas son llamados así porque emulan el comportamiento de un especialista humano y lo logra simulando su razonamiento a través de un software para resolver un problema determinado en un área de conocimiento específico arrojando resultados que sirven como guía para un tomador de decisiones [8], [9].

En simples palabras, se define como un sistema informático empleado para resolver problemas complejos cuyas recomendaciones se asemejan a los de un perito humano [10], [11]. Este aspecto es muy importante por la responsabilidad intrínsecamente humana al designar la posibilidad de diagnósticos, a un sistema computacional, especialmente si está vinculado a la medicina, ya sea humana o animal; y con mayor razón si el experto humano no se encuentra físicamente en el lugar para dar una respuesta o solución [12]–[14]. Al darle esta posibilidad a un SE, implícitamente se le atribuye también la fiabilidad humana, este factor es el más importante por ello es que se realizan pruebas y mejoras para erradicar las fallas [15], [16].

Así mismo las diferentes empresas, fábricas, negocios bancarios y otros requieren cada vez de una acertada solución, se ha visto, pues, necesaria la inclusión de los sistemas expertos para un mayor grado de certeza, incluso en la toma de decisiones; aportando además distintos niveles de prevención, mejoras en tiempo, minimización de recursos y una mejor atención a los clientes; superando incluso, en algunos casos, en fiabilidad al experto humano [4], [17], [18].

Los sistemas expertos son considerados como el primer producto operacional de la inteligencia artificial cuando ésta comenzó a surgir. Al ser una construcción elaborada de la mano de expertos humanos, está diseñado para actuar como tal, así pues, lo mínimo a esperar es la confiabilidad y esto se logra por el proceso sistemático de los datos [19], [20].

II. DESARROLLO

Se puede describir brevemente la estructura de un sistema experto que posee: base de conocimiento, el cual representa parte del universo donde se inserta el conocimiento, conformado por todos los hechos y reglas del dominio de aplicación para la solución de un problema. Aquí es donde se representa toda la sapiencia y

experiencia del experto humano [21], [22]. También contiene la base de hechos, viene a ser una memoria auxiliar donde se almacenarán los elementos, datos e información introducida por el usuario y usada por el sistema para la resolución del problema en particular [23]–[25].

Luego se cuenta con un motor de inferencia, también conocido como interpretador, controlador; o simplemente, como el cerebro del SE; hace uso de metodologías de razonamiento, organiza y controla los pasos para resolver el problema consultado [26], [27]. Además está la interfaz de usuario que viene a ser la máscara o interpretador, mediante el cual un usuario final puede interactuar con el sistema experto [4], [22].

También cuenta con un módulo explicativo; es el encargado de otorgar la explicación del razonamiento del sistema. Esto es sumamente beneficioso, si se cuenta con usuarios inexpertos que buscan realizar alguna tarea específica, o en todo caso, una persona lego puede aprender del mismo, gracias a esta característica [18], [26]. Finalmente está el subsistema de Adquisición de Conocimiento. Permite realizar modificaciones e implementaciones a la base del conocimiento de manera estructurada [21], [28].

Desde la aparición de MYCIN, inspirado en Dendral (otro SE), que fue diseñado para diagnosticar enfermedades infecciosas en la sangre, eran posible resolver muchos problemas más, tanto como técnicas de resolución fueron apareciendo [29]. De esta forma tenemos diferentes tipos de SE que se iban adecuando al tipo de problema.

Así contamos básicamente con tres tipos de sistemas expertos: los basados en reglas, que son principalmente *if* anidados y de éste surgieron otros métodos que se desprenden de este tipo de resolución [18], [30], [31]; también están los basados en casos, cuya elaboración de la respuesta consiste en comparar el problema con situaciones similares anteriores que ya han sido resueltas [32]–[35]; algunos investigadores propusieron los basados en redes bayesianas, que consiste en el cálculo de probabilidades, los mismos que son muy usados por las entidades financieras, por ejemplo [4], [36], [37]; últimamente también se ha podido aplicar lo que se conoce como lógica difusa, ayudando a definir lo que para los seres humanos resulta muy subjetivo que en un principio pudo resultar complejo definirlo para una máquina [8], [38]–[40]; se puede mencionar los de algoritmo supervisado y no supervisado como también los basados en redes neuronales [29], [41]. Cada una de estas posibles soluciones están disponibles para las diferentes áreas de la ciencia como la industria, las finanzas, la medicina, agricultura, metalurgia, etc [42]–[45]. Solo se debe seguir un proceso riguroso en la elaboración y construcción, como en la extracción y clasificación del conocimiento del experto para dar un buen motor de inferencia al sistema ya que este se encarga de procesar la información para llegar a una respuesta o solución acertada y confiable [41], [46].

En cada uno de estos pasos y clases para la elaboración de un SE, se puede percibir la agudeza humana por captar o transmitir tal cual el razonamiento o procedimiento humano hacia la máquina [14], [47], [48]. Este hecho es fundamental para el éxito de los sistemas expertos. Así se concuerda con Feigenbaum [6] en que “casi todo el pensamiento de los profesionales se hace por razonamiento (...)”, una vez que las computadoras se utilizan para

razonar y no solamente para computar, se obtendrá algunos resultados como los que se mencionan a continuación, a pesar que algunos autores no le den el mérito ganado por estos sistemas y sus desarrolladores [49], [50].

Casos de Éxito

Escobar, Tovar, & Romero [37] lograron finalmente después de la evaluación del sistema experto basado en lógica difusa que la reutilización de agua para el municipio de Nátaga, Huila, se encuentra en el rango de reutilización confiable justificada, con un 92,2%, después de haber obtenido un 88.7% de eficiencia del tratamiento en DBO5.

Rodríguez [18], logró importantes beneficios para el tratamiento preventivo correctivo de enfermedades gastrointestinales, facilitando la información adecuada relacionado al diagnóstico y al tratamiento dietético en casos de reincidentes, logrando una notable mejoría en las mascotas. Además, ayudó en la toma de decisiones para casos especiales de atención quirúrgica; también ayudó a reducir gastos a los dueños de las mascotas y a la veterinaria al dar una respuesta certera y a tiempo.

En Veracruz, México [38]; se realizó un trabajo con un sistema experto difuso (SED) para el control metabólico en pacientes con diabetes mellitus tipo 2 logrando obtener 56 aciertos de las 60 pruebas respecto del nivel de control de los pacientes, es decir solo erraron 4 con el SED lo que se traduce en un 93.33% de éxito. Los autores afirman también que esta herramienta tecnológica funciona como apoyo a la toma de decisiones, ya que el médico especialista en diabetes es quien toma la decisión final. Concluyen, asimismo sobre el error de considerar este SED como sustituto de la experiencia y conocimientos del especialista o equipo de médicos, a la vez que confirman sobre la utilidad de este SED para centros poblados marginados económicamente donde no puede llegar un médico y otros consejos más.

En Caquetá, Colombia [14]; se desarrolló un sistema experto con el propósito de determinar el grado el riesgo de preeclampsia basado en lógica difusa tipo 1. Seleccionaron 30 historias clínicas que fueron ingresadas al sistema de manera anónima para proteger los datos de las pacientes, de cuyas variables fueron: índice de masa corporal (calculada solo con ingresar la talla y peso del paciente), presión arterial sistólica y diastólica y edad (calculada solo ingresando la fecha de nacimiento de las pacientes), se obvió el nivel de riesgo dado por el médico para tomarlo como punto de referencia y compararlo con los datos arrojados por el SE. Luego de realizar la comparación de grado porcentual con respecto al nivel de riesgo, se observó un 94.17% de efectividad; asimismo afirman los autores que el margen de error se ajusta al pensamiento del experto, dando así la confiabilidad a las pacientes para futuros exámenes realizados con esta aplicación.

Rodríguez & Vera [4] en la ciudad de Trujillo, Lima; concluyeron que el porcentaje de alertas correctas obtenidas con el método actual (citas médicas) en la detección temprana de un paro cardíaco es de 61%. Y con el método propuesto (SE) es de 74%, denotando así una clara superioridad en 13% de eficiencia, haciéndolo más fiable que

el método actual. Para realizar la comparación, se tomó como referencia el 100% de los resultados obtenidos de la medición con el método actual, teniendo en cuenta los casos estudiados, resulta un 21.31% de mejora sobre la totalidad.

III. CONCLUSIONES

Ante los muchos problemas y de diferente índole, se presenta como buena alternativa los Sistemas Expertos, mostrando gran ventaja, usabilidad y fiabilidad, para cualquier área científica; gracias al tratamiento automatizado de los datos.

A pesar de la amplia variedad, uso y aplicaciones, estos sistemas sólo son útiles para las áreas que han sido diseñadas, evidenciando su efectividad y madurez para tomar decisiones de considerable criterio; gracias a su flexibilidad, escalabilidad y confiabilidad.

Se comprueba la alta fiabilidad de estos sistemas enfatizando que, a mayor experiencia por parte del experto, incrementará la pericia del sistema.

El sistema experto puede llegar incluso a mejorar el rendimiento humano, siempre y cuando se cumpla con las exigencias en la elaboración del mismo.

Aunque algunos cataloguen como desfasados a los sistemas expertos, lo cierto es que son aún una opción de solución rápida y confiable.

IV. REFERENCIAS

- [1] G. Bortolan and R. Degani, "Linguistic approximation of fuzzy certainty factors in computerized electrocardiography," *North-Holland, Amsterdam*.
- [2] M. Cohen and D. Hudson, "The use of fuzzy variables in medical decision making," *North Holland, The Netherlands ...*, 1988.
- [3] L. Kuncheva and S. Friedrich, "Fuzzy Diagnosis, Artificial Intelligence in Medicine," 1999.
- [4] S. G. Rodriguez and D. C. Vera, "Implementación de un sistema experto basado en lógica difusa para la detección temprana de un paro cardíaco," 2018.
- [5] F. Cruces, Á. Díaz, H. Velasco, R. Fernández, C. Jiménez, and R. Sánchez, "¿Confianza, cosmética o sospecha? Una etnografía multisituada de las relaciones entre instituciones y usuarios en seis sistemas expertos en España," *Alteridades*, vol. 13, no. 25, pp. 77–90, 2003.
- [6] E. A. Feigenbaum and J. Feldman, *Computers & Thought*. New York: McGraw-Hill, 1963.

- [7] M. Gómez, A. Gómez, M. Cabello, and I. Ramos, "BOM-Lazy: gestión de la variabilidad en el desarrollo de Sistemas Expertos mediante técnicas de MDA," vol. 3, no. 2, pp. 91–100, 2009.
- [8] L. A. Zadeh, "The concept of a linguistic variable and its application to approximate reasoning-I," *Inf. Sci. (Ny)*, vol. 8, no. 3, pp. 199–249, Jan. 1975.
- [9] Shu-Hsien Liao, "Expert system methodologies and applications—a decade review from 1995 to 2004," *Expert Syst. Appl.*, vol. 28, no. 1, pp. 93–103, Jan. 2005.
- [10] D. W. Rolston and A. Pérez, *Principios de inteligencia artificial y sistemas expertos*. McGraw-Hill, 1990.
- [11] P. P. Maglio and C. S. Campbell, "Attentive agents," *Commun. ACM*, vol. 46, no. 3, pp. 47–51, 2003.
- [12] V. Soler Ruiz, "Lógica difusa aplicada a conjuntos imbalanceados aplicación a la detección del síndrome de Down," Universitat Autònoma de Barcelona, 2007.
- [13] A. S. Veloza Rodriguez, "Sistema experto de apoyo para el diagnóstico y tratamiento de la neumonía en cerdos," *Sci. Tech.*, vol. 22, no. 1, p. 69, 2017.
- [14] E. R. Núñez, R. Vergara, and J. J. Bocanegra, "Sistema experto basado en lógica difusa tipo 1 para determinar el grado de riesgo de preeclampsia," *INGE CUC*, vol. 10, no. 1, pp. 43–50, 2014.
- [15] J. M. Ruiz-Moreno and H. M. Trujillo, "Modelos para la evaluación del error humano en estudios de fiabilidad de sistemas," *An. Psicol.*, vol. 28, no. 3, pp. 963–977, 2012.
- [16] R. Párraga, "Sistema experto para calificar pruebas de desarrollo en estudiantes de la Universidad Continental," *Apunt. Cienc. Soc.*, vol. 04, no. 02, pp. 247–258, 2015.
- [17] G. Riley, "CLIPS: an expert system building tool," *NASA Johnson Sp. Cent.*, vol. 2, pp. 149–158, 1991.
- [18] J. D. Rodríguez, "Desarrollo de un sistema experto basado en reglas para el tratamiento preventivo correctivo de enfermedades gastrointestinales en mascotas caninas para la Sociedad Protectora de Animales Sueño Compartido," 2018.
- [19] A. J. Lovera, "Diseño e implementación de un sistema experto para una plataforma de contact center," Pontificia Universidad Católica del Perú, 2008.
- [20] Y. A. Cisneros, R. A. González, A. Ortiz, and V. H. Jacobo, "Algoritmo para predecir tensiones con técnicas de inteligencia artificial en una tibia humana," *Rev. Cuba. Investig. Biomédicas*, vol. 34, no. 3, pp. 237–244, 2015.
- [21] I. I. Cortés, "Desarrollo de un sistema experto para la asesoría en la producción de biodiesel," 2015.

- [22] D. Espinoza, "Análisis, diseño e implementación de un sistema experto para la evaluación de la calidad de tanques de almacenamiento de combustibles," 2015.
- [23] J. Giarratano and G. Riley, *Expert Systems: Principles and Programming*. 1998.
- [24] L. A. Zadeh, "Fuzzy sets," *Inf. Control*, vol. 8, no. 3, pp. 338–353, Jun. 1965.
- [25] N. Martínez, "Análisis para el desarrollo de un sistema experto para realizar diagnósticos de enfermedades y consultas con pacientes diabéticos de la zona indígena del estado de Oaxaca, México.," *QUID*, no. 29, pp. 22–30, 2017.
- [26] S. Badaró, L. J. Ibañez, and M. J. Agüero, "Sistemas Expertos: Fundamentos, Metodologías y Aplicaciones," *Cienc. y Technol.*, vol. 13, no. 5, pp. 349–364, 2103.
- [27] O. D'Aquila Raimundo, "Desarrollo e implementación de un motor inferencial basado en lógica borrosa para el manejo de incertidumbre en sistemas expertos," 1997.
- [28] E. Quispe, "Sistema experto basado en lógica difusa para optimizar la selección de personal en las empresas mineras ubicadas en la sierra central," Universidad Nacional de Ingeniería, 2012.
- [29] L. Ayala Jiménez, S. Letelier González, and P. Zagal Morgado, "Modelo de redes neuronales para la predicción de la variación del valor de la acción de First Solar," Universidad de Chile, 2009.
- [30] M. Cabrera Hernández, M. del C. Paderni López, R. Hita Torres, A. Delgado Ramos, M. A. Tardío López, and D. Derivet Thureauux, "Aplicaciones médicas como ayuda al diagnóstico en la medicina. Experiencia SOFTEL-MINSAP," *Rev. Cuba. Informática Médica*, vol. 4, no. 2, pp. 199–212, 2012.
- [31] D. Hudson, ... M. C.-P. of the A., and undefined 1988, "Determination of testing efficacy in carcinoma of the lung using a neural network model," *ncbi.nlm.nih.gov*.
- [32] S. Hurtado and O. O. Manco, "Diseño de un sistema experto difuso: evaluación de riesgo crediticio en firmas comisionistas de bolsa para el otorgamiento de recursos financieros," *Estud. Gerenciales*, vol. 23, no. 104, pp. 101–129, 2007.
- [33] I. Gutiérrez, R. E. Bello, and A. Tellería, "Un sistema basado en casos para la toma de decisiones en condiciones de incertidumbre," *Investigación Operacional*, vol. 23, no. 2, Escuela de Matemática, Universidad de La Habana, pp. 103–121, 10-Sep-2002.
- [34] H. A. Tabares-Ospina, D. A. Monsalve-Llano, and D. Diez-Gomez, "Modelo de sistema experto para la selección de personal docente universitario," *TecnoLógicas*, no. 30, pp. 51–70, 2012.

- [35] C. A. Torres and J. A. Córdova, "Diseño de sistema experto para toma de decisiones de compra de materiales," *Cuad. Adm.*, vol. 30, no. 52, p. 20, Jan. 2015.
- [36] H. A. Chacaltana, "Sistema experto para el diagnóstico de enfermedades respiratorias en el Hospital Central de la Policía Nacional del Perú Luis N. Sáenz," Universidad Inca Garcilaso de la Vega, 2017.
- [37] M. Escobar, L. Tovar, and J. Romero, "Diseño de un sistema experto para reutilización de aguas residuales tratadas," *Cienc. e Ing. Neogranadina*, vol. 26, no. 2, pp. 21–34, 2016.
- [38] R. Meza-Palacios, A. A. Aguilar-Lasserre, E. L. Ureña-Bogarín, C. F. Vásquez-Rodríguez, R. Posada-Gómez, and M. A. González Huerta, "Sistema experto difuso para el control metabólico en pacientes con diabetes mellitus tipo 2," *Acta Univ. Multidiscip. Sci. J.*, vol. 28, no. 2, pp. 67–74, 2018.
- [39] F. F. Fernández-Valeriano, "Sistema experto de procesamiento de alarmas en el centro de control de una empresa de distribución eléctrica," Universidad Nacional de Ingeniería, 2012.
- [40] M. Cohen, ... D. H.-I. E. in, and undefined 1996, "Applying continuous chaotic modeling to cardiac signal analysis," *ieeexplore.ieee.org*.
- [41] F. Pérez-Ramírez and H. Fernández-Castaño, "Las redes neuronales y la evaluación del riesgo de crédito," *Rev. Ing. Univ. Medellín*, vol. 14, no. 27, pp. 221–233, 2015.
- [42] P. Martí Pérez, "Aplicación de redes neuronales artificiales para predicción de variables en ingeniería del riego: evapotranspiración de referencia y pérdidas de carga localizadas en emisores integrados," 2009.
- [43] R. Pacco, "Análisis predictivo basado en redes neuronales no supervisadas aplicando algoritmo de k-medias y crispdm para pronóstico de riesgo de morosidad de los alumnos en la Universidad Peruana Unión," Universidad Peruana Unión, 2015.
- [44] E. Cruz, J. Hernan, and P. Medina-Varela, "Pronóstico del Índice General de la Bolsa de Valores de Colombia usando redes neuronales," *América Lat. Hoy*, vol. 52, pp. 41–61, 2009.
- [45] J. R. Coutiño-Ozuna, "Aplicación de redes neuronales en la discriminación entre fallas y oscilaciones de potencia," 2002.
- [46] R. G. Farro and E. Y. Huancas, "Optimización de la gestión de almacenes basado en el modelo de las 5S, que genera orden y control en la Almacenera –Huancar S.A.C-Chiclayo," Universidad Señor de Sipán, 2017.
- [47] H. Vega H., A. Cortez V., and A. M. Huayna D., "Sistema experto para la prevención de enfermedades basado en el consumo de alimentos cotidianos," *Rev. ECIPERU*, pp. 45–50, 2019.

- [48] L. B. Muñoz and C. B. Muñoz, "Análisis, diseño e implementación de un sistema experto para la ayuda en el diagnóstico y tratamiento de enfermedades del jitomate en cultivo hidropónico," 2007.
- [49] H. L. Dreyfus, "De sócrates a los sistemas expertos," *Estud. Públicos*, vol. 46, 1992.
- [50] E. Castillo and E. Álvarez, *Sistemas expertos: aprendizaje e incertidumbre*. Paraninfo, 1989.