

**TLATEMOANI**  
*Revista Académica de Investigación*  
Editada por Eumed.net  
No. 32 – Diciembre 2019.  
España  
ISSN: 19899300  
[revista.tlatemoani@uaslp.mx](mailto:revista.tlatemoani@uaslp.mx)

Fecha de recepción: 16 de junio de 2018.  
Fecha de aceptación: 22 de septiembre de 2019.

## **SISTEMA EXPERTO PARA MEJORAR LA SALUD NUTRICIONAL MEDIANTE LA EVALUACIÓN Y RECOMENDACIÓN DE DIETAS NUTRICIONALES**

**AUTORES:**

David Flores Zafrá

[davidfloreszafrá@gmail.com](mailto:davidfloreszafrá@gmail.com)

Ingrid Mendivel Landeo

[melcris@hotmail.com](mailto:melcris@hotmail.com)

Universidad César Vallejo. Escuela De Posgrado.

### **RESUMEN**

El constante cambio tecnológico y el aumento de los malos hábitos alimenticios de la población traen como consecuencia una baja calidad nutricional. La presente investigación, tiene como objetivo demostrar como los sistemas expertos contribuyen en la salud nutricional de la población peruana, mediante la evaluación del estado nutricional y recomendación de las dietas nutricionales. Para ello, se considerará los estudios antropométricos y el estado actual del paciente. Asimismo, se utilizó la metodología CommonKADS para plasmar mediante lógicas de

programación el conocimiento del experto en nutrición, y la metodología Scrum para el desarrollo del sistema experto. Se utilizó una muestra de 31 evaluaciones nutricionales de los pacientes del centro nutricional SION. Los resultados demuestran que el sistema experto mejora en un 65.52% la evaluación integral de nutrición y que representa una disminución de 27 minutos en promedio, en comparación con el uso del sistema tradicional.

**PALABRAS CLAVE:** Sistema experto, CommonKADS, salud nutricional, evaluación nutricional, dietas nutricionales.

**KEYWORDS:** Expert system, CommonKADS, nutritional health, nutritional assessment, nutritional diets.

## **ABSTRACT**

### **EXPERT SYSTEM TO IMPROVE NUTRITIONAL HEALTH THROUGH THE EVALUATION AND RECOMMENDATION OF NUTRITIONAL DIETS.**

The constant technological change and the increase of the bad eating habits of the population result in a low nutritional quality. The objective of this research is to demonstrate how expert systems contribute to the nutritional health of the Peruvian population through the evaluation of nutritional status and recommendation of nutritional diets. For this, the anthropometric study and the current state of the patient will be considered. Likewise, the CommonKADS methodology was used to translate the knowledge of the nutrition expert and the Scrum methodology for the development of the expert system through programming logic. Sample of 31 nutritional evaluations of the patients of the SION nutritional center was used. The results show that the expert system improves the comprehensive nutrition assessment by 65.52% and represents a decrease of 27 minutes on average, compared to the use of the traditional system.

## **INTRODUCCIÓN**

La tecnología y las ciencias de la salud con miras al 2020 representarán un cambio

considerable como parte de la mejora continua con el ímpetu de mejorar los niveles de madurez de los procesos de la medicina en digital. Deloitte (2019) sostiene que la salud y la tecnología generarán un nuevo modelo de negocio emergente, donde los consumidores serán los socios de su propio cuidado en la salud. Es por ello por lo que, mediante el uso de la inteligencia artificial, nos enfocaremos en la aplicación de los sistemas expertos para la mejora de la salud nutricional. Lloret (2018), Juárez (2018), Vargas (2017) y Da Costa (2012) sostienen que los sistemas expertos al ser una rama de la inteligencia artificial tienen la capacidad de adquirir el conocimiento de los especialistas sobre una materia, por lo tanto, asegura un alto nivel de confiabilidad, eficiencia y disminución en el tiempo para solucionar problemas.

En el mismo contexto Hartmann & Ma (2016) y Giarratano & Riley (2001) indican que los sistemas expertos utilizan la experiencia y el conocimiento de los expertos. Es por ello, en la presente investigación, el conocimiento es brindado por un experto en salud nutricional, para luego plasmarlo a través de una lógica de programación basada en reglas, y haciendo uso de la metodología CommonKADS<sup>1</sup> para la construcción de sistemas basados en conocimiento apoyado de la ingeniería.

Los sistemas expertos basados en reglas, es uno de los diferentes tipos que se emplea al inferir el conocimiento del experto en una lógica computacional. Badaró, Leonardo & Martín (2013) refieren que los sistemas expertos se dividen en los siguientes tipos: (a) basados en reglas; (b) basadas en casos; (c) basada en redes bayesianas; y (d) basadas en lógica difusa. Los tipos de sistemas expertos se enfocan en utilizar diferentes métodos según el nivel de complejidad y alcance de la solución. La solución a los problemas que comprenderá el sistema experto, parte del conocimiento y experiencia del especialista según la rama seleccionada. (Pino, De Abajo & Gómez, 2001: 21).

En el mismo contexto, la lógica construida en base al conocimiento del experto humano, posee varios componentes para su realización, entre ellos tenemos: (a) componente humano; (b) base de conocimiento; (c) motor de inferencia; (d) motor

---

<sup>1</sup> CommonKADS, es una metodología para recopilar el conocimiento del experto humano.

de inferencia; (e) subsistema de adquisición de conocimiento; (f) control de la coherencia; (g) base de hechos; (h) el subsistema de adquisición de conocimiento; (i) interface de usuario; (j) el subsistema de ejecución de órdenes; (k) el subsistema de explicación; y (l) el subsistema de aprendizaje. (Pino, De Abajo & Gómez, 2001: 22).

Los expertos en cualquier rama profesional se distinguen por contar con una amplia experiencia y conocimiento. Más aun, cuando el conocimiento y su experiencia es trasladada para el soporte de la toma de decisiones de los diferentes problemas que presenta la sociedad, como el sector salud, educación, infraestructura, y otros (Badaró, Leonardo & Martín, 2013). El sistema experto al enfocarse en el sector salud, permitirá identificar los diferentes problemas nutricionales, en función a los malos hábitos alimenticios que generan obesidad o desnutrición.

Kotb & Andrade (2018) indica que la mala nutrición en la población se da por diferentes factores, entre ellas tenemos el consumo inadecuado de su dieta alimenticia, falta de ejercicios, índice de pobreza, baja calidad nutricional de los alimentos, falta de educación y salud. Las evaluaciones del estado nutricional, las dietas nutricionales y el nivel de cumplimiento de las evaluaciones nutricionales son los factores a los que se enfoca la presente investigación.

El Ministerio de Salud de Perú (2018) indica que el Perú al ser parte de los estados miembros de la Organización Mundial de la Salud, tiene acordado reducir el consumo de sal en un 30% en la población peruana. Asimismo, tiene el compromiso de reducir el aumento de la obesidad y de la diabetes mediante planes de acción en las institución públicas y privadas, con el objetivo de disminuir los inadecuados hábitos alimenticios. Las estadísticas para américa latina son preocupantes, el 62% de los adultos y el 25% de los menores de edad presentan problemas de obesidad. Para la Organización Mundial de la Salud (2018), los problemas nutricionales como obesidad y desnutrición son los puntos claves que tienen que ser corregidos a largo plazo, para ello se han elaborado planes de mitigación apuntando al año 2030, además de contemplar planes para combatir la desnutrición.

## DESARROLLO

La investigación se realizó aplicando dos metodologías para la construcción del sistema experto; la metodología CommonKADS para la construcción del conocimiento y la metodología Scrum para el desarrollo del software. En la etapa de la construcción del conocimiento, se establecieron 1080 reglas basadas en los casos brindados por el experto Antonio Palacios especialista del centro nutricional SION, los cuales permitieron obtener una evaluación integral de nutrición, que está conformado por la evaluación del estado nutricional y la recomendación de las dietas nutricionales. En la evaluación del estado nutricional, se consideraron los cálculos de las calorías, estimación del peso correcto, talla, cálculo del índice de masa corporal (IMC), sexo y edad. Esto permite conocer los diferentes cálculos nutricionales para estimar que problemas enfrenta el paciente como obesidad o desnutrición.

En la recomendación de las dietas nutricionales, el sistema experto se apoya en la base de conocimientos que fue brindada por el experto, previa validación de las reglas que se aplica en la lógica de programación. Esta validación consiste en verificar cada regla programada según las alternativas de selección al momento de brindar una recomendación de dieta nutricional al paciente, para luego tener el software terminado, listo para su utilización en el centro nutricional SION.

En el desarrollo del software, se aplicó el uso de la metodología Scrum, para poder completar el ciclo de vida de la construcción del software web. En esta fase, se identificó a los roles que interactuaron para la construcción del software: (a) dueño del producto; (b) desarrolladores del producto; y (c) maestro del modelo Scrum para definir los Sprint con sus respectivas actividades. La construcción del software se dio en 6 meses, donde se tuvo como alcance construir la base de conocimiento mediante la metodología CommonKADS y Scrum para el desarrollo del software.

## **MÉTODO**

Revisando los aportes de los siguientes académicos en investigación como Dzul (2019), Hernández, Fernández & Baptista (2014), Gómez (2012), Pino (2010) y Bernal (2006) sostienen que toda investigación presenta 3 tipos de enfoques: (a) cuantitativa; (b) cualitativa y (c) mixta. En la presente investigación se utilizó el enfoque cuantitativo porque se va a contrastar las hipótesis de investigación. El tipo de investigación fue experimental, porque permite la manipulación intencional de las variables de investigación. Es decir, como influye el sistema experto en la mejora de la salud nutricional. Asimismo, el diseño de investigación es preexperimental porque aplico una prueba antes y después utilizando el sistema experto. Por último, el método utilizado fue hipotética deductiva, porque partimos de un conocimiento general a uno en específico.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

La población de estudio está conformada por 62 evaluaciones nutricionales llevadas a cabo en el centro nutricional SION del distrito de San Martín de Porres, correspondiente del 15 al 30 de mayo del 2018. La muestra de estudio se desarrolló de la siguiente manera; 31 muestras para el pretest y 31 muestras para el post test. Para las técnicas de recolección de datos se empleó la observación, y los instrumentos utilizados fueron las fichas de observación del área de nutrición y un cronometro para medir el tiempo de inicio y tiempo final.

Los datos utilizados presentan la frecuencia mostrada en la tabla 1 y tabla 2 según el estado de salud del paciente.

**Tabla 1.** Pretest en función al IMC.

Estado	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Saludable	5	16,13	16,13	16,13
Sobre peso	9	29,03	29,03	45,13
Válidos	Obesidad leve	17	54,84	100,0
Total	31	100,0	100,0	

**Tabla 2.** Post-test en función al IMC.

Estado	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Bajo de peso	1	3,2	3,2	3,2
Saludable	4	12,9	12,9	16,1
Sobrepeso	7	22,6	22,6	38,7
Válidos	Obesidad leve	17	54,8	93,5
Obesidad moderada	2	6,5	6,5	100,0
Total	31	100,0	100,0	

Los resultados de la investigación se enmarcaron en tres problemáticas, los cuales son: (a) evaluación del estado nutricional; (b) recomendación de dietas nutricionales; y (c) la evaluación integral de nutrición.

### **Evaluación del estado nutricional**

En la figura 1, se aprecia la evaluación del estado nutricional considerando el pretest y post-test de estudio. Asimismo, se verificó que existe una reducción del 58.27% en el tiempo promedio, en efecto, existe una disminución de 15 minutos en promedio utilizando el sistema experto. Es decir, el sistema experto disminuye

considerablemente el tiempo requerido para la evaluación del estado nutricional.

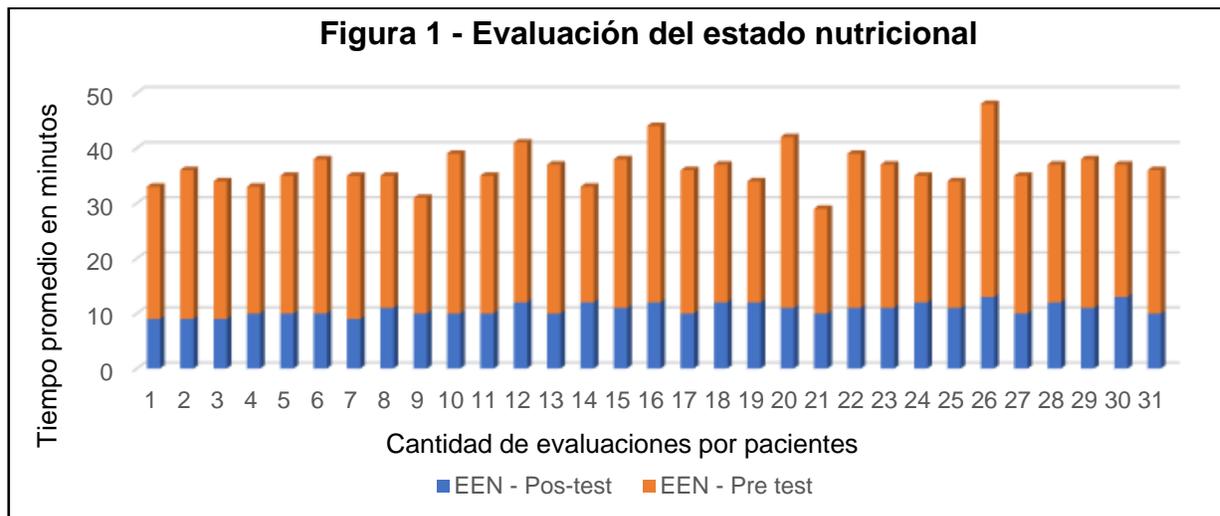


Figura 1. Tiempo promedio de la evaluación del estado nutricional en el pretest y post test.

### Recomendaciones de dietas nutricionales

En la figura 2, se aprecia la recomendación de dietas nutricionales considerando el pretest y post-test de estudio. Asimismo, se verificó que existe una reducción del 77.55% en el tiempo promedio, en efecto, existe una disminución de 12 minutos en promedio utilizando el sistema experto. Es decir, el sistema experto disminuye considerablemente el tiempo requerido para la recomendación de dietas nutricionales.

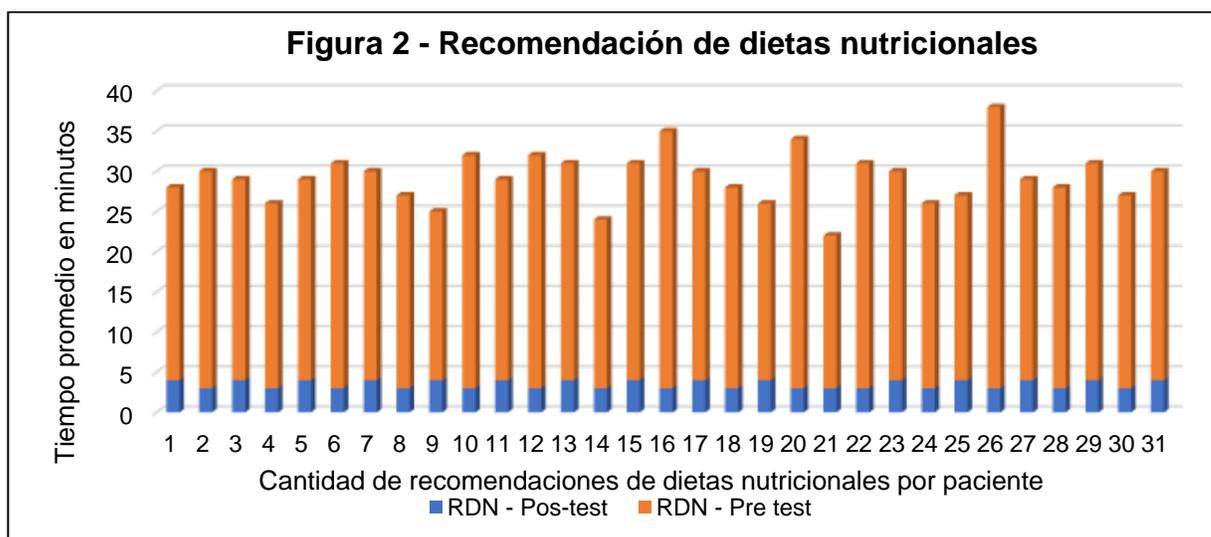


Figura 2. Tiempo promedio en la recomendación de dietas nutricionales en el pretest y post test.

### Evaluación integral de nutrición

En términos generales podemos decir que el sistema experto mejora en un 65.52% la evaluación integral de nutrición y que representa una disminución de 27 minutos en promedio, en comparación con el uso tradicional en el centro de nutrición SION.

En la figura 3 se muestra la evaluación integral de nutrición.

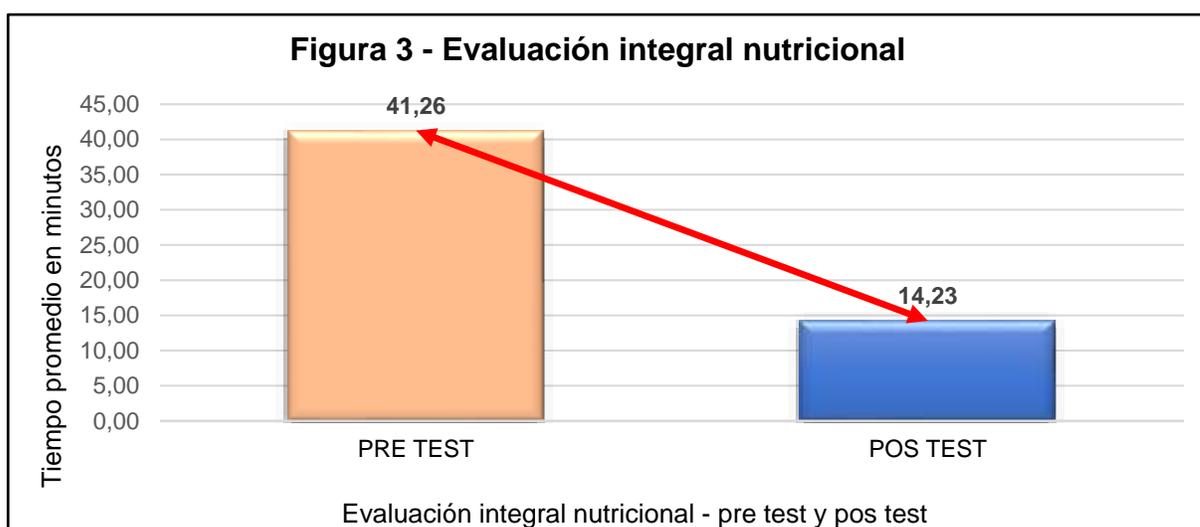


Figura 3. Tiempo promedio en la evaluación integral nutricional en el pretest y post test.

En las discusiones de la investigación, podemos indicar que la evaluación del estado nutricional ha disminuido en un 58.27% en el tiempo promedio general, por lo tanto, se puede decir que un sistema experto mejora considerablemente la evaluación nutricional. Asimismo, se comparte lo expresado por Ana Vargas (2017) donde indica que el sistema experto difuso cumple el propósito de mejorar en un 97% en el acierto de la evaluación nutricional en comparación del nutricionista que utiliza la herramienta lipocalibre.

Para la segunda variable de estudio, recomendación de dietas nutricionales, se demuestra que el sistema experto mejora el tiempo promedio de recomendación de dietas nutricionales en un 77.55%, por lo tanto, se puede decir que un sistema experto mejora considerablemente la recomendación de dietas nutricionales.

Asimismo, se comparte lo expresado por Da costa (2012) donde su objetivo es determinar las dietas nutricionales mediante el uso del sistema inteligente, el cual logra mejorar en un 60% el tiempo promedio de evaluación nutricional en comparación del uso del sistema tradicional.

Se concluye que, utilizando un sistema experto para la evaluación del estado nutricional y la recomendación de dietas nutricionales, suman un tiempo promedio de 14.23 minutos aproximadamente a comparación del sistema tradicional utilizado por el especialista en nutrición, el cual representa un incremento 41.26 minutos en el tiempo promedio de la atención. Lo que significó una reducción de 27 minutos. Es decir, una disminución del 72% del tiempo promedio general como evaluación integral nutricional. Por lo tanto, se puede decir que el centro de nutrición SION mejorará sus atenciones, debido a que antes efectuaban 3 atenciones nutricionales por cada 2 horas, ahora podrá realizar 8 atenciones nutricionales en promedio.

## REFERENCIAS

- Badaró, S., Leonardo, I. & Martín, A. (2013). "Sistemas Expertos: Fundamentos, Metodologías y Aplicaciones". *Ciencia y Tecnología*.
- Bernal, C. (2006). *"Metodología de la Investigación para administración, economía, humanidades y ciencias sociales"*. Naucalpan: Pearson Educación.
- Biesalski, H. & Grimm, P. (2005). *"Nutrición: Texto y Atlas"*. España: Editorial Médica Panamericana.
- Da Costa, A. (2012). *"Sistema inteligente para el proceso de recomendación de dietas personalizadas"*. Lima: Universidad César Vallejo.
- Deloitte. (2019). *"Healthcare and life Sciences Predictions 2020"*. Londres: Deloitte Centre.
- Dzul, M. (2019). *"Fundamentos de metodología de investigación"*. Distrito Federal: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
- El Kotb, A. & Andrade, L. (2018). "Evaluar el riesgo nutricional para población colegial a través de la evaluación de los hábitos alimenticios y la

- determinación del IMC en la ciudad de Calceta, Manabí – Ecuador". En revista *TLATEMOANI Revista Académica de Investigación*, N. 1, julio 2018, p. 40.
- Giarratano, J. & Riley, G. (2001). *"Sistemas Expertos: Principio y programación"*. España: Editorial Internacional Thompson.
- Gómez, S. (2012). *"Metodología de la investigación"*. Tlalnepantla: Red tercer milenio S.C.
- Hartmann, S. & Ma, H. (2016). *"Database and Expert Systems Applications"*. Porto: Springer.
- Hernández, A., Ramos, M., Placencia, B., Indacochea, B., Quimis, A. & Moreno, L. (2018). *"Metodología de la investigación científica"*. Alicante: Área de innovación y desarrollo, S.L.
- Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, P. (2014). *"Metodología de la Investigación"*. Distrito Federal: McGraw-Hill.
- Juárez, G. (2018). *"Sistemas expertos"*. Buenos Aires: Universidad Nacional de Tucumán.
- Lloret, J. (2018). *Linkedin.com*. Disponible en <https://es.linkedin.com/pulse/sistemas-expertos-en-el-diagn%C3%B3stico-m%C3%A9dico-expert-systems-lloret>
- Ministerio de Salud. (1 de junio de 2018). *www.minsa.gob.pe*. Disponible en <http://www.minsa.gob.pe/portada/Especiales/2015/nutricion/index.asp?p=2>
- Organismo Mundial de la Salud. (2 de junio de 2018). *www.who.int*. Disponible en <http://www.who.int/dietphysicalactivity/es/>
- Organización Panamericana de la Salud. (1 de junio de 2018). *www.paho.org*. Disponible en <https://www.paho.org/hq/index.php>.
- Pino, R. (2010). *"Manual de la Investigación Científica: Guías Metodológicas para elaborar planes y tesis de pregrado, maestría y doctoral"*. Lima: Instituto de Investigación Católica Tesis Asesores.
- Pino, R., De Abajo, N. & Gómez, A. (2001). *"Introducción a la ingeniería artificial: Sistemas expertos, redes neuronales artificiales y computación evolutiva"*.

España: Servicios de publicaciones Universidad de Oviedo.

Schreiber, G., Akkermans, H., Anjo, A., Robert, D. H., Nigel, S., Van de Velde, W. & Bel, W. (1999). *"Knowledge Engineering and Management: The CommonKADS Methodology"*. Massachusetts: Massachusetts Institute of Technology.

Vargas, A. (2017). "Estudio del gasto calórico corporal mediante un sistema experto en nutrición resolviendo datos difusos". *Instituto de Investigaciones en Ciencia y Tecnología, Universidad La Salle - Bolivia*.