

## **Estudio del gasto calórico corporal mediante un sistema experto en nutrición resolviendo datos difusos**

### **Study of body mass by a nutrition expert system resolving fuzzy data**

Ana Lourdes Vargas Rivera<sup>1</sup>

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

**Instituto de Investigaciones en Ciencia y Tecnología, Universidad La Salle-Bolivia**

---

---

#### **Resumen**

Los sistemas expertos tienen la capacidad de ayudar al experto humano y es por eso que una de sus principales aplicaciones se encuentra en el campo de la medicina.

Debido a ello, la finalidad esencial de la investigación del presente artículo es la de explorar los beneficios que podemos obtener de la creación y desarrollo de un sistema experto para la resolución de datos difusos mediante un estudio de tipo descriptivo correlacional que ayude a evaluar el gasto calórico de un paciente, y así obtener un sistema de apoyo en cuanto al diagnóstico nutricional de un individuo. Por ello se analizaron 30 casos en total, tanto de varones como mujeres con un rango de edad de 13 a 30 años en la ciudad de La Paz, selección que se hizo a partir de un muestreo no probabilístico por cuotas. En los resultados se pudo observar que sí existe correlación entre el modelo de comparación utilizado (Lipocalibre), el porcentaje de acierto del SEN en comparación al modelo fue de un 97% por lo que se puede afirmar que es una herramienta efectiva y de apoyo al experto nutricionista.

#### **Palabras clave**

Datos difusos, Inteligencia Artificial, Nutrición, Sistemas expertos.

---

<sup>1</sup> Ingeniera de sistemas, con especialidad en diseño y desarrollo web e Inteligencia Artificial

## **Abstract**

Expert systems have the ability to help the human expert and that is why one of their main applications is in the field of medicine.

Therefore, the essential purpose of the investigation of this article is to explore the benefits that can be obtained from the creation and development of an expert system for the resolution of diffuse data through a correlational descriptive type study that helps to evaluate the expenditure Caloric of a patient, and thus obtain a support system in the nutritional diagnosis of an individual. For that reason, 30 cases were analyzed in total, both men and women with a age range of 13 to 30 years in the city of La Paz, a selection that was made from non-probabilistic sampling by quotas. In the results it was possible to observe that there is a correlation between the comparison model used (Lipocalibre), the percentage of success of the SEN compared to the model was of 97%, so it can be affirmed that it is an effective and supportive tool Expert nutritionist.

### **Key words**

Artificial intelligence, Expert systems, Fuzzy data, Nutrition.

## **Introducción**

Un diagnóstico médico en general tiene cierto grado de complejidad ya que para realizar uno se necesita, recopilar los datos del paciente, evaluar los mismos en conjunto con el conocimiento médico que tiene el experto humano y la experiencia adquirida con anterioridad por el mismo. Con todo, podemos añadir que el diagnóstico médico de un experto a otro puede variar por los temas anteriormente expuestos, por tanto, un sistema experto ayuda a recopilar la experticia humana, basándose en reglas unificadas para cualquier caso.

Debido a esto es que se piensa en el desarrollo de un sistema experto con el objetivo de apoyar al profesional en nutrición para la realización de un mejor diagnóstico, y con ello ayudar a un paciente al correcto control de su forma de alimentación y el cuidado de su salud.

Utilizando la programación orientada a objetos es como se construye el SEN, junto con un método llamado conteo de Borda, explicado más adelante, que nos ayuda a evaluar los datos difusos para llegar al diagnóstico final.

### **Estado del arte de los Sistemas Expertos**

“Los sistemas expertos son una rama de la AI (Inteligencia Artificial) que hace un amplio uso del conocimiento especializado para resolver problemas como un especialista humano” (Giarratano y Riley, 2001, p. 2) Un sistema experto es un emulador del razonamiento humano y que posee el conocimiento de un experto en cierta materia. El mismo debe ser capaz de procesar la información de tal manera que pueda aprender de ciertas situaciones inciertas y que razone acerca de la solución de problemas en dichas situaciones.

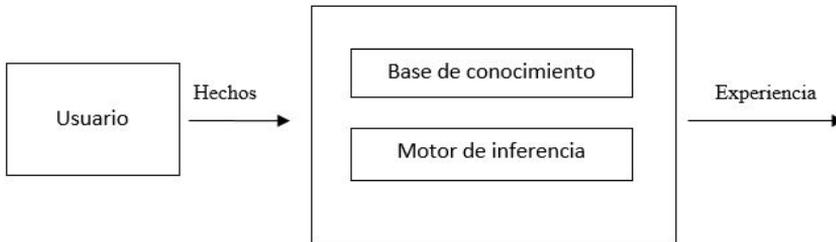
“Los primeros sistemas que se hicieron eran fundamentalmente sistemas de diagnóstico en medicina, capaces de efectuar un diagnóstico como lo haría un médico experto en esa rama de la medicina. Fundamentalmente en eso consisten los sistemas expertos, pero además tienen una cualidad muy importante; el sistema es capaz de explicar los razonamientos.”(Munera, 1991, p. 15)

Durante el último tiempo, los sistemas expertos han sido aplicados a muchas otras áreas además de la medicina; entre ellas los negocios, industria, transporte, ingeniería, educación y más. Es por eso que significan una herramienta muy importante que continúa explorando campos a través del desarrollo y la investigación.

### **Estructura de un Sistema Experto**

Un sistema experto basado en conocimientos funciona con un usuario que le da la información al sistema (información de entrada), y obtiene como respuesta la experiencia (información de salida). Dentro del sistema experto, la base de conocimiento es la que le proporciona los datos al motor de inferencia para así obtener los resultados.

Figura 1: Estructura de un Sistema Experto



Fuente: Elaboración propia.

### Desarrollo de un sistema experto

Tal como ocurre en la elaboración de cualquier tipo de sistema, un sistema experto tiene etapas dentro de su desarrollo las cuales son:

- Etapas 1: Definición del problema. Identificación.
- Etapas 2: Búsqueda del experto o de la fuente de conocimiento.
- Etapas 3: Identificación de los conceptos y datos claves.
- Etapas 4: Selección del soporte: Hardware y Software.
- Etapas 5: Adquisición del conocimiento I.
- Etapas 6: Representación del conocimiento y formalización del razonamiento.
- Etapas 7: Desarrollo de un prototipo. Testeo y validación
- Etapas 8: Adquisición del conocimiento II.
- Etapas 9: Mantenimiento y actualización.”(Hidalgo, 1996, p. 179 - 205)

En las etapas 1, 2, 3 y 4 se encuentra el proceso de investigación para la realización del sistema experto. Se delimita el problema principal que resolverá el sistema experto, se reúnen datos importantes que nos proporciona el experto para así crear una fuente de conocimiento sólida, los mismos que también nos ayudarán a identificar los conceptos claves del área en el cual se aplique el funcionamiento del sistema. Por último se selecciona el tipo de herramientas de software y hardware que se utilizarán. Dentro de las etapas 5, 6, 7 y 8 se encuentra el desarrollo del sistema experto, y por último la etapa 9 en la cual se hace un mantenimiento paulatino y actualización del sistema cada cierto tiempo.

## **Encadenamiento inverso**

“A diferencia del trabajo con encadenamiento hacia delante el encadenamiento hacia atrás comienza con una hipótesis y a partir de ella es que se intenta probar la hipótesis recolectando información. Por lo tanto en términos más sencillo podemos decir que el encadenamiento hacia atrás no es más que: ‘La estrategia de inferencia que intenta probar una hipótesis recolectando información de apoyo.’” (García P., 2013, p. 5)

El SEN realizará un encadenamiento inverso o hacia atrás ya que recolecta información esencial de la persona evaluada, antes de hacer su hipótesis y prescribir una dieta adecuada.

El sistema experto contará con un esquema como el de un sistema de producción, para la representación del conocimiento. Su estructura será del tipo:

$$\text{SEN} = (\text{BC}, \text{RP}, \text{Control})$$

BC, se refiere a la Base de Conocimiento que se utilizará en el sistema. “BC es la base de conocimiento, la cual permite describir el estado del problema en cada momento. Normalmente ésta descripción se hace a través de parejas atributo – valor.” (Rodríguez & Romero G., 2001, p. 28)

RP, son las Reglas de Producción que permiten realizar razonamientos del tipo **si – entonces**. Éstas reglas pueden contener las condiciones lógicas “Y”, como también “O”.

Y por último se necesita una estrategia de control que nos ayude a procesar la respuesta final del sistema, en éste caso se utilizará la estrategia de control de encadenamiento hacia adelante ya que se parte de un hecho específico (datos iniciales del paciente), y a partir de ese hecho se empieza a deducir la respuesta final tomando en cuenta los hechos consecuentes (Sobrepeso, peso bajo, peso normal).

Figura 2: Base de conocimiento



Fuente: Elaboración propia

Y entonces, ¿Qué es el Índice de masa corporal?

El IMC es un dato que determina si el peso de una persona se encuentra dentro de un rango normal, con obesidad o con bajo peso. El mismo se puede calcular a partir de la siguiente fórmula:

$$\text{IMC} = \frac{\text{Peso}}{(\text{Altura})^2}$$

Figura 3. Datos iniciales del paciente, cálculo de IMC en el SEN

The screenshot shows a software window titled "SEN" with a green textured background. The main title is "Sistema Experto en Nutrición". On the right side, there are three buttons: "Nuevo registro", "Dieta", and "Salir". On the left side, there are input fields for "Nombre", "Edad", and "Sexo" (a dropdown menu). In the center, there are input fields for "Altura (cm)" and "Peso (Kg)". Below these are several buttons: "Calcular IMC", "Actividad Física", "Calcular Gasto Calórico Basal", and "Gasto Calórico Total". In the bottom-left corner, there is a table with BMI classification ranges.

CLASIFICACIÓN	RANGO IMC
Bajo peso	< 18.5
Peso saludable	18.5 - 24.9
Sobrepeso	25.0 - 29.9
Obesidad	30.0 - 39.9
Obesidad severa	> 40

Fuente: Elaboración propia

Para la prescripción de dietas, el experto nutricionista necesita ciertos datos elementales del paciente (peso, talla, sexo, edad), además de un examen de laboratorio en el cual se ven las cantidades de sustancias químicas que posee la persona en la sangre para así calcular posteriormente la cantidad de kilocalorías (Kcal.) que la persona debe consumir diariamente.

Por lo tanto, la base de conocimiento del SEN es la siguiente:

- **Si**  $IMC < 20$  **entonces** bajo peso
- **Si**  $IMC \geq 20,1$  y  $IMC \leq 25$  **entonces** peso normal
- **Si**  $IMC > 25$  **entonces** Sobrepeso

Además de esto, el SEN calcula la cantidad de Kilocalorías que la persona evaluada deberá consumir por día para mantener o llegar al porcentaje de masa corporal ideal, acorde a los datos proporcionados.

Para calcular esto se necesita saber el gasto energético total que tiene la persona evaluada y cuán activa es.

El cálculo que hará el sistema experto es el siguiente según los datos proporcionados:

“Existen diferentes fórmulas, pero la más empleada en la actualidad es la fórmula de Harris-Benedict. Esta fórmula es diferente para cada sexo:

MB Hombre:  $66,473 + (13,751 \times \text{peso en kg}) + (5,0033 \times \text{estatura en cm}) - (6,7550 \times \text{edad en años})$

MB Mujer:  $655,1 + (9,463 \times \text{peso en kg}) + (1,8 \times \text{estatura en cm}) - (4,6756 \times \text{edad en años})$ ”(Alimentación, 2015)

Con el cálculo de las fórmulas, obtenemos el gasto calórico basal (gasto calórico del cuerpo en reposo), para obtener el gasto calórico final se necesitan las siguientes fórmulas:

Así, el gasto calórico final será calculado de la siguiente manera:

- Personas sedentarias (No realizan prácticamente nada de ejercicio):  
Gasto calórico del metabolismo basal x 1,2
- Personas ligeramente activas (realizan ejercicios suaves de 1 a 3 veces por semana):  
Gasto calórico del metabolismo basal x 1,375
- Personas moderadamente activas (practican deporte de 3 a 5 veces por semana):  
Gasto calórico del metabolismo basal x 1,55
- Personas muy activas (practican deporte de 6 a 7 días por semana):  
Gasto calórico del metabolismo basal x 1,725
- Personas hiperactivas (realizan ejercicios físicos muy intensos, al menos 2 horas al día de deporte o tienen una actividad laboral física intensa):  
Gasto calórico del metabolismo basal x 1,9”(Alimentación, 2015)

Luego de la realización de éstos cálculos, podremos obtener los datos para que posteriormente, el sistema elabore una dieta adecuada para la persona evaluada. Entonces, ¿Cómo sabemos cuándo una persona es sedentaria?, la respuesta sería “Cuando una persona hace poco o nada de ejercicio”, pero ¿qué es “Poco”?

El funcionamiento de un sistema experto depende de dos factores muy importantes:

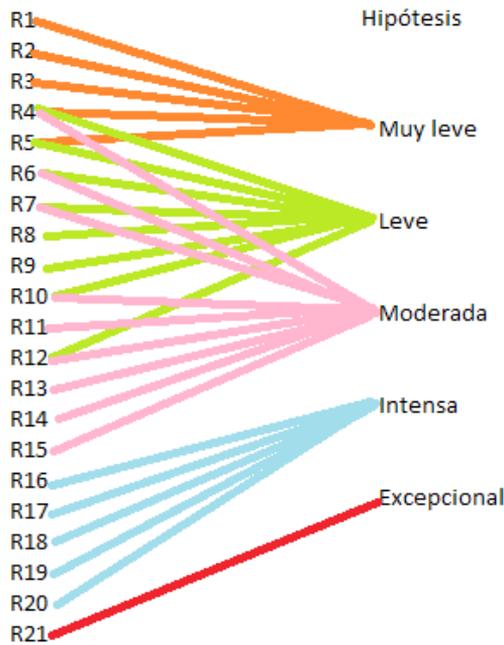
“**a.1) El sistema de inferencia**, encargado de realizar el proceso de razonamiento.

**b.1) La Base de conocimiento**, que contiene la información referente al problema que se pretende resolver en forma de reglas lingüísticas.”  
(Peregrín Rubio , p. 7)

La fuente de conocimiento del SEN son las reglas elegidas, aplicables a todos los casos y el conocimiento del caso de estudio que se da a partir de las consultas realizadas al usuario.

Como se describió anteriormente, un sistema experto cuenta con una base de reglas que nos ayudan a generar una base de hechos, en éste caso esas reglas son las preguntas que se realizan al usuario una vez llenados los datos principales:

Figura 4: Base de conocimiento del SEN



Fuente: elaboración propia

Cada regla tiene un valor entre 0 y 1 mediante el cual el sistema mide la cercanía hacia cada hipótesis, dándole así un puntaje a cada pregunta respondida afirmativamente. De ésta manera entramos al conteo Borda.

## Inicialización de las variables globales

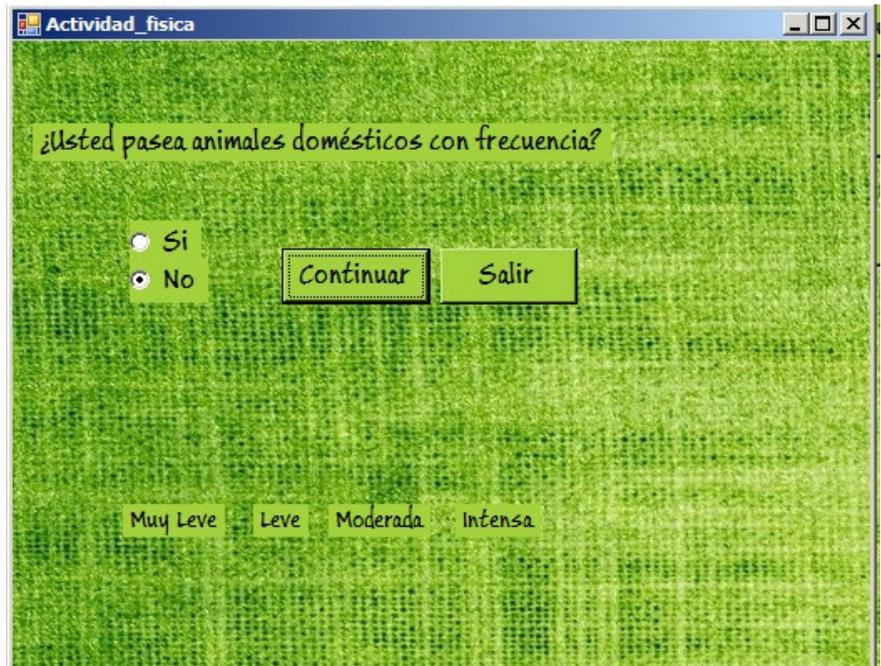
- Base de hechos inicialmente vacía
- Base de reglas:

Tabla 1: Base de reglas del SEN

<p>{R1 ¿Usted conduce un auto? [0.27] (Muy leve)</p> <p>R2 ¿Usted Fuma? [0.20](Muy leve)</p> <p>R3 ¿Usted pasa mucho tiempo frente al computador? [0.33] (Muy leve)</p> <p>R4 ¿Usted realiza trabajos domésticos? [0.07(Muy leve); 0.14 (Leve); 0.17 (Moderada)]</p> <p>R5 ¿Usted toca un instrumento musical con frecuencia? [0.13 (Muy leve); 0.19 (Leve)]</p> <p>R6 ¿Usted camina a paso lento frecuentemente? [0.06 (Leve)]</p> <p>R7 ¿Usted maneja bicicleta frecuentemente? [0.11 (Leve); 0.19 (Moderada)]</p> <p>R8 ¿Usted realiza trabajos estando de pie? [0.17 (Leve)]</p> <p>R9 ¿Usted suele cargar cosas livianas con frecuencia? [0.22 (Leve)]</p> <p>R10 ¿Usted sube y baja gradas diariamente? [0.03 (Leve); 0.14 (Moderada)]</p>	<p>R11 ¿Usted baila con frecuencia? [0.11 (Moderada)]</p> <p>R12 ¿Usted pasea animales domésticos con frecuencia? [0.08 (Leve)]</p> <p>R13 ¿Usted realiza diariamente trabajos de jardinería? [0.03 (Moderada)]</p> <p>R14 ¿Usted camina a paso rápido diariamente? [0.22 (Moderada)]</p> <p>R15 ¿Usted realiza trabajos de construcción diariamente? [0.06 (Moderada)]</p> <p>R16 ¿Usted hace aeróbicos o alguna actividad fitness con frecuencia? [0.13 (Intensa)]</p> <p>R17 ¿Usted practica Trekking o ciclismo de montaña? [0.27 (Intensa)]</p> <p>R18 ¿Usted practica deportes competitivos (futbol, basket, volley) con frecuencia? [0.33 (Intensa)]</p> <p>R19 ¿Usted practica natación con regularidad? [0.20 (Intensa)]</p> <p>R20 ¿Usted carga cosas pesadas frecuentemente? [0.07 (Intensa)]</p> <p>R21 ¿Usted es atleta o deportista profesional? [1 (Excepcional)]</p>
--	--

Fuente: Elaboración propia

Figura 5: Ronda de preguntas para la identificación de actividad física del paciente en el SEN

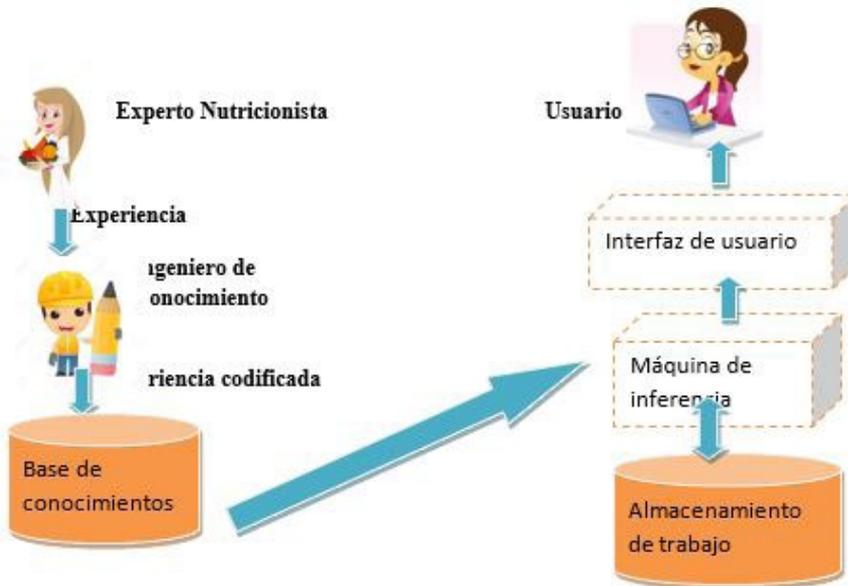


Fuente: elaboración propia

**Metodología**

**Diseño del sistema experto**

Figura 6: Diseño de un sistema experto



Fuente: Elaboración propia

### Método de conteo Borda

“En 1977 el matemático francés Jean-Charles de Borda propuso el conteo Borda como un método para elegir miembros de la academia francesa de ciencias. En ese contexto, los miembros daban su preferencia en orden descendente de todas las alternativas.”(Ahmad & de Stewart, 2012).

El conteo Borda es un método de cuantificación de votos en el cual gana el que mayor cantidad de puntos obtenga. En éste caso, el SEN realizará preguntas al azar con relación al nivel de actividad física que tiene la persona evaluada. Cada pregunta será un indicador de las categorías que se detallan a continuación:

- Actividad física muy leve
- Actividad física leve
- Actividad física moderada

- Actividad física intensa
- Actividad física excepcional

Cada categoría tiene asignado un valor que se calculará junto con el gasto calórico basal, para obtener el gasto calórico total de la persona evaluada. Por tanto, para escoger la categoría más acertada es que usamos éste recuento donde el sistema evalúa los puntajes obtenidos por cada pregunta afirmativa y saca la conclusión más acertada según los resultados.

Tabla 2. Secuencia de ejemplo de respuestas de un paciente

P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
R21=1	R7=0.11	R8=0.17	R9=0.22	R10=0.03 //0.14	R14=0.22	R15=0.06	R16=0.13	R19=0.20	R4=0.07 //0.14 //0.22

Fuente: Elaboración propia

Las respuestas afirmativas obtenidas en éste ejemplo fueron la R9 y R15.

R9=1 (Valor máximo para la categoría “Leve”)

Esto nos indicaría que la categoría de actividad física a la que pertenece la persona evaluada es “Leve”, con ello ya podemos hacer un cálculo de las calorías que quema en total.

## Resultados y discusión

Se realizó un estudio estadístico en la ciudad de La Paz, comparando el acierto en cuanto al IMC calculado por el software y el IMC calculado por un lipocalibre (instrumento manual).

El Lipocalibre, también llamado pilcómetro o adipómetro, es una herramienta para medir la grasa corporal. “El pilcómetro mide el pliegue cutáneo, y al hacerlo en varios sitios se puede calcular el porcentaje de masa corporal.”(Nutriactiva, 2012)

Las variables utilizadas fueron el sexo y la edad de un grupo de 30 personas en un rango de 13 a 30 años, evaluadas por la nutricionista y posteriormente por el software.

El porcentaje de acierto en el cálculo de masa corporal del software en comparación con el lipocalibre fue de un 97%. Por tanto, en la primera fase de estudio se puede concluir que el cálculo realizado por el software es un 97% confiable.

En cuanto a IMC calculado, se utilizaron las siguientes reglas para clasificar el índice obtenido:

- IMC < 18.5 → Bajo Peso
- IMC 18.5 – 24.9 → Peso saludable
- IMC 25.0 – 29.9 → Sobrepeso
- IMC 30.0 – 39.9 → Obesidad
- IMC > 40 → Obesidad severa

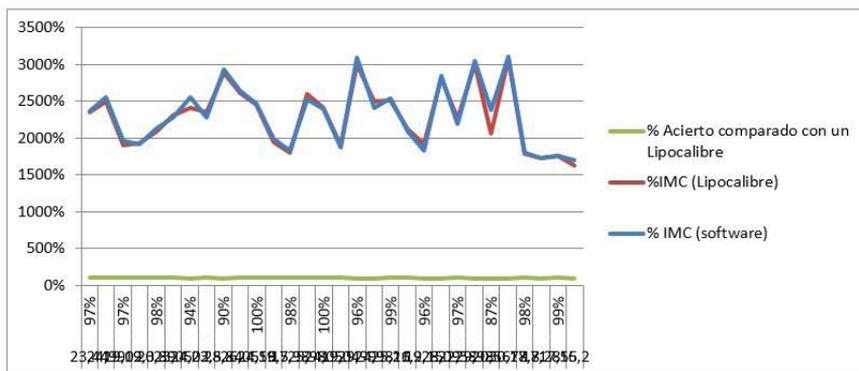
Tabla 3. Recopilación de datos de la muestra

Sexo	Edad	Altura	Peso	% IMC (software)	Gasto calórico total software (Kcs)	Clasificación	% Acierto comparado con un Lipocalibre
Femenino	15	1,63	63	23,71	2543,57	Peso saludable	97%
Masculino	20	1,65	69	25,34	2345,39	Sobrepeso	98%
Femenino	17	1,7	57	19,72	2202,56	Peso saludable	97%
Femenino	16	1,66	53	19,23	1656,75	Peso saludable	99%
Femenino	21	1,68	60	21,26	1712,51	Peso saludable	98%
Masculino	23	1,73	68	22,72	2054,1	Peso saludable	99%
Masculino	25	1,78	81	25,56	2282,42	Sobrepeso	94%
Femenino	14	1,56	55	22,77	1669,09	Peso saludable	97%
Femenino	15	1,58	73	29,36	1872,2	Sobrepeso	90%
Masculino	21	1,8	85	26,36	2741,81	Sobrepeso	99%
Femenino	20	1,67	69	24,68	1818,16	Peso saludable	100%
Masculino	19	1,73	60	19,92	2239,54	Peso saludable	98%
Masculino	13	1,55	44	18,29	1631,06	Bajo peso	98%
Femenino	20	1,66	69	25,22	1816	Sobrepeso	97%
Masculino	21	1,74	72	23,94	2142,32	Peso saludable	100%

Femenino	25	1,7	54	18,73	1863,42	Peso saludable	98%
Femenino	30	1,67	86	30,85	2240,22	Sobrepeso	96%
Femenino	27	1,68	68	24,09	2543,93	Bajo peso	96%
Masculino	20	1,78	80	25,35	2306,45	Sobrepeso	99%
Masculino	15	1,63	56	20,94	2403,65	Bajo peso	99%
Femenino	25	1,66	50	18,29	1572,19	Bajo peso	96%
Femenino	18	1,67	79	28,46	1942,93	Sobrepeso	96%
Masculino	22	1,68	62	21,85	2497,02	Bajo peso	97%
Femenino	21	1,65	83	30,45	2827,86	Sobrepeso	91%
Femenino	26	1,66	65	23,74	2243,51	Bajo peso	87%
Femenino	20	1,64	84	31,07	2849,15	Sobrepeso	91%
Femenino	15	1,65	49	17,98	1850,27	Bajo peso	98%
femenino	17	1,68	49	17,34	1844,84	Bajo peso	96%
Masculino	16	1,63	47	17,56	1704,27	Bajo peso	99%
Masculino	19	1,72	50	16,99	1783,49	Bajo peso	94%

Fuente: Elaboración propia

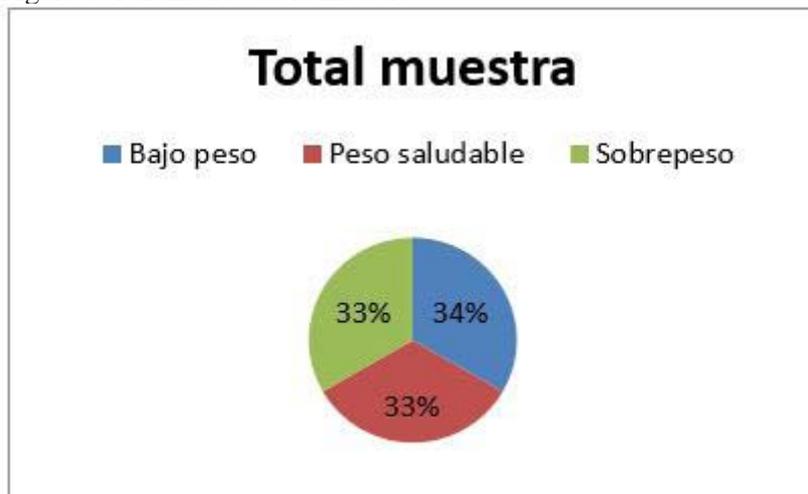
Figura 7. Comparación de resultados entre el SEN y el Lipocalibre



Fuente: Elaboración propia

A partir de éstas reglas se obtuvieron los siguientes resultados:

Figura 8. Parámetros de la muestra



Fuente: Elaboración propia

Dentro de la muestra se escogió un 33% de las personas con un índice de masa corporal entre 18.5 y 24.9, lo que indica que están con un peso adecuado.

Las personas con bajo peso componen un 34% de toda la muestra, es decir las personas que tienen un índice por debajo del 18.5. Por último, se escogió un 33% de la muestra con un IMC mayor a 25, lo que indica que se encuentra con sobrepeso. No se obtuvieron resultados de obesidad ni obesidad severa en ésta muestra.

Dentro del grupo encuestado, los resultados muestran que los hombres son más propensos al sobrepeso que las mujeres y por el contrario, las mujeres se encuentran más propensas a tener un peso bajo en relación a su talla.

### Conclusiones y recomendaciones

Se pudo observar en los datos obtenidos, que el grado de acierto del

sistema experto nutricional fue de un 97% en promedio comparado con una herramienta muy utilizada por los nutricionistas llamada lipocalibre.

Los datos calculados por el mismo sistema en cuanto a la medición de las calorías gastadas y necesarias para el funcionamiento del cuerpo de una persona (Gasto calórico total) fueron analizados de manera correcta y pueden ser utilizados para prescribir una dieta adecuada para el paciente evaluado, así como también las calorías necesarias para mantener un peso saludable en cada caso.

Por tanto, se pudo concluir que para que un sistema sea preciso en sus resultados dentro del campo de la medicina en general, es necesario que se desarrolle un sistema experto ya que existen variables con información incierta o matemáticamente difíciles de resolver. La realización e implementación de un sistema experto combinado con técnicas alternas de resolución de datos difusos, sea cualquiera el área, es un avance tecnológico que facilita y mejora las actividades que realiza el hombre diariamente.

Se recomienda complementar el sistema experto con lógica difusa ya que de ésta manera se pueden obtener datos aún más exactos que los que se presentan en ésta investigación.

## Referencias

Ahmad, M., & de Stewart, H. (2012). The Borda majority count . Netherlands :Facultad de ciencias económicas y empresariales UVA.

Alimentación, F. (2015). *Cómo calcular el gasto calórico diario - Nutrición y Fitness*. Obtenido de <http://comeconsalud.com/alimentacion-nutricion/como-calcular-el-gasto-calorico-diario/>

García P., C. R. (2013). Sistemas basados en encadenamiento hacia atrás. Cochabamba, Bolivia: Universidad Mayor de San Simón Infromática - Sistemas.

Giarratano, J. & Riley, G. (2001). Sistemas Expertos: Principios y

programación. México: Editorial International Thomson Editores.

Hidalgo, L. A. (1996). *Inteligencia Artificial y Sistemas Expertos*. Córdoba, Argentina: Editorial Universidad de Córdoba, servicio de publicaciones.

Munera, L. E. (1991). *Inteligencia artificial y sistemas expertos. Inteligencia artificial y sistemas expertos*. Cali - Colombia: Editorial Universidad Icesi.

Nutriactiva. (2012). ¿Qué es un pilcómetro (adipómetro)? Minnesota. Obtenido de <http://www.nutriactiva.com/es/>

Peregrín Rubio , A. (s.f.). Integración de operadores de implicación y métodos de defuzzificación en sistemas basados en reglas difusas. Implementación, análisis y caracterización. Granada, España: Editorial Universidad de Granada, departamento de ciencias de la computación e Inteligencia artificial.

Rodríguez , J. E., & Romero G., M. (2001). Sistema experto para la formulación de dietas alimenticias por vía enteral en el ser humano. Bogotá, Colombia: Revista Tecnura.

**Artículo Recibido:** 11/11/2016

**Artículo Aceptado:** 28/04/2017