

SISTEMA INTELIGENTE DE DIAGNÓSTICO MÉDICO DE INFECCIONES RESPIRATORIAS AGUDAS DE NIÑOS MENORES DE 5 AÑOS

INTELLIGENT MEDICAL DIAGNOSIS OF ACUTE
RESPIRATORY INFECTIONS CHILDREN UNDER 5 YEARS

Ing. Heber Ivan Mejia Cabrera¹
Luis Vives Garnique²
Wilson Hebert Cruz Cabrera³

Fecha de recepción: 18 marzo 2013

Fecha de aceptación: 28 junio 2013

Resumen

El desarrollo del Sistema inteligente de diagnóstico médico de infecciones respiratorias agudas (IRA) de niños menores de 5 años, es un trabajo de investigación que integra a las ciencias medicas y la informática, por lo tanto podrá ser usado por médicos y personal ligado en este campo, con la finalidad de mejorar y apoyar a la toma de decisiones medicas correctas y efectivas en la

-
- [1] Adscrito en Escuela Académico Profesional de Ingeniería de Sistemas, Magister; Universidad Señor de Sipán, Chiclayo, Perú. lavig17@crece.uss.edu.pe
[2] Adscrito en Escuela Académico Profesional de Ingeniería de Sistemas, Magister; Universidad Señor de Sipán, Chiclayo, Perú. danilo.MH.22@gmail.com
[3] Adscrito en Escuela Académico Profesional de Ingeniería de Sistemas, Magister; Universidad Señor de Sipán, Chiclayo, Perú. hmejiac@crece.uss.edu.pe

prescripción de esta enfermedad, además lograr disminuir la automedicación de los pobladores en el campo de estudio, con un diagnóstico rápido y accesible.

Este trabajo es una aplicación dentro del campo de la Inteligencia Artificial, específicamente en el área de Sistemas Inteligentes con Redes Neuronales. Con la finalidad de seguir estándares establecidos para el desarrollo se utilizó la metodología de Jhon Durkin y Microsoft Visual Basic 2005 y SQL Server 2005 para el desarrollo del Framework de Redes Neuronales, interfaces de usuario, manipulación de la información necesaria para el entrenamiento de la red neuronal y funcionamiento para el diagnóstico.

Palabras Clave: Sistema Inteligente, Sistema Médico Inteligente, Diagnóstico de Infecciones respiratorias agudas, Redes Neuronales, framework de redes neuronales.

Abstract

The development of Intelligent medical diagnosis of acute respiratory infections (ARI) in children under five years, is a research project that integrates medical science and computer, therefore can be used by doctors and linked in this field, in order to enhance and support medical decision making correct and effective prescribing of this disease, and achieve self-medication decrease people in the field of study, a rapid and accessible.

This work is an application within the field of Artificial Intelligence, specifically in the area of Intelligent Systems with Neural Networks. In order to follow established standards for development, the methodology of John Durkin and Microsoft Visual Basic 2005 and SQL Server 2005 for the development of the Framework of neural networks, user interfaces, handling of information needed for network training neuronal functioning for diagnosis.

Keywords: Intelligent System, Medical System Intelligent Diagnosis Acute respiratory infections, Neural Networks, framework neural network.

1. Introducción

Según ENDES-1996 las infecciones respiratorias agudas junto con la enfermedad diarreica aguda y desnutrición constituyen las principales causas de mortalidad infantil, por eso desde hace años la Organización Panamericana de la Salud (OPS) y Organización Mundial de la Salud (OMS) viene trabajando con programas de salud que incorporan países del tercer mundo. Perú no es

excluyente a este problema de nivel mundial, esto se grava debido a que existen evidencias de automedicación, en sectores urbano - marginales de la ciudad de Chiclayo, de un 39,78% siendo los síntomas más frecuentes que motivan la automedicación, el dolor de cabeza y el resfrío o gripe.

La aplicación de la inteligencia artificial a través de los sistemas inteligentes ha aportado mucho en los últimos años en el campo de la medicina, siendo una gran base para la investigación de nuevos sistemas informáticos que permitan ayudar a problemas complejos y de ámbito social que se presentan en la actualidad. La población menor de cinco años, presenta el índice de mayor prevalencia de Infecciones respiratorias agudas; se pretende dar soporte de herramientas tecnológicas de apoyo al personal que interactúa en este campo, utilizando técnicas de inteligencia artificial como Redes Neuronales las cuales reproducen esquemáticamente la estructura neuronal del cerebro para tratar de representar sus capacidades y ser empleados en sistemas de computación.

2. Material y Métodos

La metodología usada para el desarrollo del sistema inteligente en esta investigación es Ingeniería de Conocimiento de Jhon Durkin en el cual a través de determinadas fases como la adquisición del conocimiento, diseño, prueba y documentación permitió llevar al desarrollo de esta aplicación de software.

En este caso se piensa que este sistema experto ayuda al diagnóstico rápido de esta enfermedad, para que el médico empiece el tratamiento de manera inmediata y que el paciente no presente severos efectos como lo haría al comprar medicamentos sin receta médica e iniciar el proceso de su automedicación.

Se define la infección respiratoria aguda como el conjunto de infecciones del aparato respiratorio causadas por microorganismos virales, bacterianos y otros, con un período inferior a 15 días, con la presencia de uno o más síntomas o signos clínicos como: tos, rinorrea, obstrucción nasal, disfagia, disfonía, respiración ruidosa, dificultad respiratoria, los cuales pueden estar o no acompañados de fiebre; siendo la infección respiratoria aguda la primera causa de morbimortalidad en nuestro medio, como también de consulta a los servicios de salud y de internación en menores de cinco años.

El aparato respiratorio está expuesto en cada respiración a múltiples agentes invasores, en el niño los factores anatómicos, unidos a la inmadurez o fallos en los mecanismos de defensa, propician la infección.

En la práctica pediátrica, más del 50 % de los motivos de consulta son los procesos febriles, acompañados ó no de sintomatología respiratoria y de estos, más del 80 % son de etiología viral.

La mayor parte de las IRA (Infección respiratoria Aguda) tienen lugar de forma epidémica, en los meses de otoño e invierno, y en su etiología se invocan especialmente, los virus respiratorios: rinovirus, adenovirus, influenza, parainfluenza, etc., aunque también juegan un papel fundamental algunas bacterias y otros microorganismos en ese caso se considera de etiología bacteriana. [2]

Las infecciones respiratorias agudas se clasifican dentro de 5 cuadros clínicos:

Afección a las vías respiratorias altas

1. Resfriado común
2. FaringoAmigdalitis

Afección a las vías respiratorias bajas

3. Bronquitis
4. Bronquiolitis
5. Neumonía

Para que el médico tenga elementos de juicio que le permita emitir un diagnóstico, necesita de:

Síntomas.- Expresados por el paciente, como respuestas a las preguntas del médico o comentario del paciente.

Signos.- Son aquellos que el médico obtiene, al examinar al paciente.

Historia clínica.- Es la información de los antecedentes del paciente en cuanto a su estado de salud.

Para la emisión de un diagnóstico el médico valora la información clasificada en términos de síntomas, signos e historia clínica. El conocimiento se capturó con la aplicación las técnicas de ingeniería del conocimiento propuesto por la metodología Jhon Durking, luego de la captura del conocimiento se procedió a estructurarlo y representarlo en términos de valoración numérica de intensidad en escala de 0 a 1, utilizando el siguiente criterio:

Síntoma: Nariz Tupida

Equivalente lingüístico: Leve // moderada // Grave Representación de la intensidad: 0.35 // 0.7 // 1

Así el médico valora un síntoma, Signo e Historia clínica de acuerdo a la intensidad que presente el paciente, en la tabla N° 1 se muestra la estructuración del conocimiento.

Tabla 1
Codificación del conocimiento del dominio del problema.

Nº	Datos del paciente	Descripción Lingüística	Valor de entrada a la red
Síntomas			
Ne1	Rinorrea (Mucosidad Transparente).	Ausente//Leve//Moderada//Grave	0//0.35//0.7//1
Ne2	Nariz Tupida.	Ausente//Leve//Moderada//Grave	0//0.35//0.7//1
Ne3	Malestar General.	Ausente//Leve//Moderada//Grave	0//0.35//0.7//1
Ne4	Tos	Ausente//Leve//Moderada//Grave	0//0.35//0.7//1
Ne5	Estornudo.	Ausente//Leve//Moderada//Grave	0//0.35//0.7//1
Ne6	Disfagia (Dificultad para pasar alimentos, saliva).	Ausente//Moderada//Grave	0//0.7//1
Ne7	Cefalea (Dolor de cabeza).	Ausente//Leve//Moderada//Grave	0//0.35//0.7//1
Ne8	Secreción amarillorrojo verdoso (en el esputo).	Ausente//Presente	0//1
Ne9	Ronquera de pecho.	Ausente//Leve//Moderada//Grave	0//0.35//0.7//1
Ne10	Congestión nasal.	Ausente//Leve//Moderada//Grave	0//0.35//0.7//1
Ne11	Dificultad para respirar.	Ausente//Constante	0//1

Ne12	Distres respiratorio.	Ausente//Levantamiento del tórax	0//1
Ne13	Apetito.	Normal//Disminuido	0//1
Ne14	Sed	Normal//Aumentada	0//1
Ne15	Expuesto a cambios bruscos de temperatura	Ausente//Presente	0//1
Signos			
Ne16	Alza Térmica (Fiebre)	Ausente//Presente	
Ne17	Faringitis (inflamación de la faringe, amígdalas)	Ausente//Leve//moderada//Grave	0//0.35//0.7//1
Ne18	Edema de cornetes nasales (cornetes inflamados-Eritematosos).	Ausente//Leve//Moderada//Grave	0//0.35//0.7//1
Ne19	Estertores (ruidos pulmonares).	Ausente//Presente (fusibos, crepitante, sub crepitante, roncante)	0//1(0.25,0.5,0.7)
Ne20	Deposiciones Diarreicas.	Ausente//Presente	0//0.5
Ne21	Tirajes Torácicos (Dificultad por respirar).	Ausente//Leve//Moderado//Grave	0//0.35//0.7//1
Ne22	Distres respiratorio (Esfuerzo a nivel general - aleteo nasal).	Ausente//Moderado//Grave	0//0.7//1
Ne23	Aumento de la frecuencia cardiaca (90 a 100 min.)	Ausente//Presente	0//1
Ne24	Aumento de la frecuencia respiratoria (→15 x min.)	Ausente//Presente	0//1
Ne25	Grietas con exudado (fisuras con secreción)	Ausente//Presente	0//1
Ne26	Secreción purulenta (amarillo verdosa)	Ausente//Moderada//Grave	0//0.7//1
Ne27	Las amígdalas presentan placas purulentas (pus)	Ausente//Moderada//Grave	0//0.7//1

Ne28	Shock por deshidratación (piel reseca – signo del pliegue, anuria (no orina), irritabilidad).	Ausente//Moderada//Grave	0//0.7//1
Historia clínica			
Ne29	Evolución		
Ne30	Edad		
Ne31	Antecedentes de Resfriado común		
Ne32	Antecedentes de FaringoAmigdalitis		
Ne33	Antecedentes de bronquitis		
Ne34	Halitosis (mal olor).	Ausente//Presente	0//1
Ne35	Inmundo suprimido (Palidez).	Ausente//Presente	0//1
Ne36	Signos de desnutrición.	Ausente// Leve//Moderada//Severa	0//0.35//0.7//1

Fuente: *Elaboración propia.*

Algunos signos como la temperatura necesitaron un tratamiento especial en la representación del conocimiento, se realizó un tratamiento matemático que transforme las temperaturas a la misma escala de los síntomas estructurados en la tabla 1:

$$\text{Alza térmica} = \left(\left(\frac{\text{Alza térmica del paciente}}{36.5} \right) \right) \text{ — (1)}$$

Para el caso de los signos de desnutrición se establece a partir del déficit de peso del paciente con la siguiente fórmula:

$$\text{Déficit de peso} = \left(\frac{\text{Peso actual del paciente}}{\text{Peso esperado OMS}} \right) \text{ (2)}$$

El segundo paso es comparar el déficit de peso con la tabla 2 para determinar el grado de desnutrición.

Tabla 2
Grado de desnutrición por déficit de peso establecido por la OMS.

Déficit de Peso	Grado de desnutrición
→ 40	Nivel III (Severa)
→ 25 - 39	Nivel II (Moderada)
→ 10 - 24	Nivel I (Leve)
← 10	No hay signos de desnutrición

Fuente: Organización Mundial de la Salud, 2012.

De esta forma se capturó y estructuró el conocimiento que utilizará el sistema, en el siguiente paso se utilizó la red neuronal artificial para darle características inteligentes al sistema.

En este sentido, consideramos que las redes neuronales artificiales son sistemas, hardware o software, de procesamiento, que copian esquemáticamente la estructura neuronal del cerebro para tratar de reproducir sus capacidades.

Los Redes Neuronales Artificiales son capaces de aprender de la experiencia a partir de las señales o datos provenientes del exterior, dentro de un marco de computación paralela y distribuida.

La base del funcionamiento del cerebro complejo, no lineal y paralelo son los elementos que conforman la neurona y estas son: sinapsis, axón, dendritas y soma o cuerpo como se aprecia en la figura N° 1.

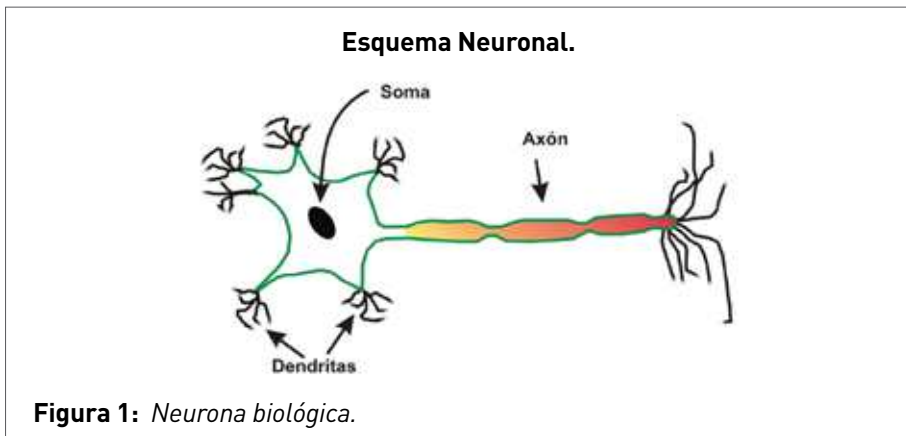


Figura 1: Neurona biológica.

Fuente: Elaboración propia.

Es la unidad de procesamiento de la información, modelado a un dispositivo simple de cálculo que ante un vector de entradas proporciona una única salida.

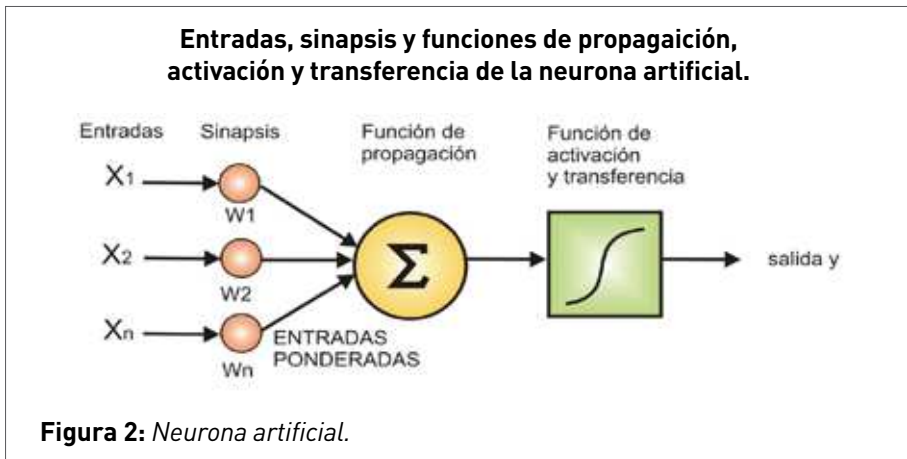
El comportamiento de la neurona biológica se ha modelado matemáticamente en las siguientes ecuaciones: [3]

- Conjunto de entrada: x_j
- Pesos sinápticos: w_i
- Función de activación:

$$X1 * W1 + X2 * W2 = a$$

- Función de transferencia:

$$y = f (X1 * W1 + X2 * W2 \dots$$



Fuente: Elaboración propia.

Existen funciones de activación para cada propósito, pero se ha elegido la función Sigmoidea por que genera salidas entre 0 y 1 que coincide con la estructura del conocimiento establecido en esta investigación:

$$\text{Función Sigmoide: } y = 1 / (1 + e^{-a})$$

La interconexión de las neuronas artificiales da como resultado las redes neuronales artificiales y existen de diversas topologías de acuerdo al tipo de solución que se busque. [4]

1. Resultados

La investigación pretende construir un sistema inteligente de diagnóstico médico que permite clasificar los síntomas, signos e historia clínica de cada paciente dentro de los patrones de cuadros clínicos de Infección respiratoria aguda y la topología de red que permite realizar clasificación es el Perceptron multicapa, bajo ese modelo se estableció la siguiente topología de red neuronal como lo muestra la figura 3.

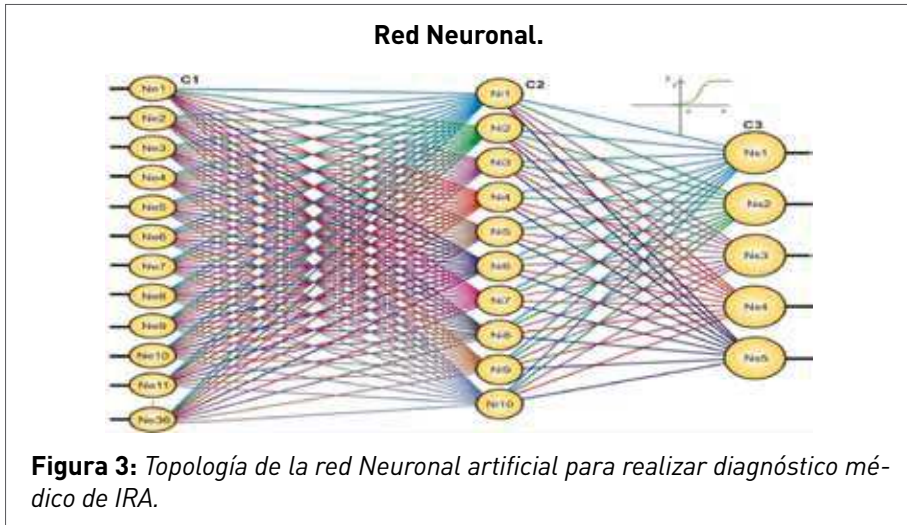


Figura 3: Topología de la red Neuronal artificial para realizar diagnóstico médico de IRA.

Fuente: Redes Neuronales Artificiales, 1995.

Se estableció tres capas de neuronas, la cantidad de neuronas artificiales en la primera capa está determinada por la cantidad de síntomas, signos e historia clínica que se establecieron en la etapa de ingeniería de conocimiento, la cantidad de neuronas en la tercera capa (capa de salida) se establecieron de acuerdo a la cantidad de cuadros clínicos que existen en el diagnóstico de IRA que se obtuvo durante la etapa de ingeniería de conocimiento.

La cantidad de capas ocultas o intermedias y la cantidad de neuronas en ellas se estableció en las pruebas de prototipo que se realizaron, donde se midió la efectividad del diagnóstico (porcentaje de aproximación con el diagnóstico del médico) y el menor tiempo de aprendizaje de la red neuronal, quedando establecido una capa oculta con 10 neuronas.

El aprendizaje supervisado de la red neuronal necesitan un conjunto de datos de entrada (síntomas, signos e historia clínica) previamente clasificado o

cuya respuesta objetivo (diagnóstico) se conoce, para ellos se eligió una muestra de 32 casos de IRA válidos que se conocía su diagnóstico, con dichos datos se entrenó la red neuronal, ver figura N° 4.

Interfaz de entrenamiento de la red neuronal.

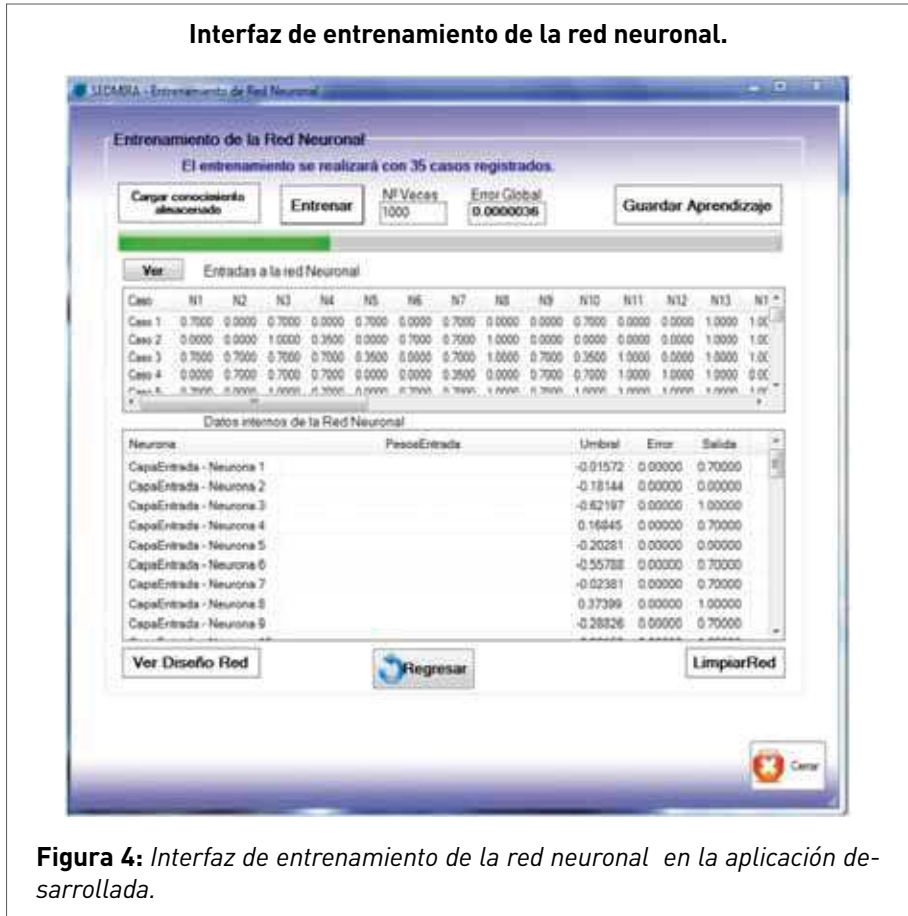


Figura 4: Interfaz de entrenamiento de la red neuronal en la aplicación desarrollada.

Fuente: Redes Neuronales Artificiales, 1995.

La red se entrenó en grupos de 1000 ciclos por vez hasta obtener un error global de 0.00000036 que se puede considerar muy pequeña que no afecta la certeza del diagnóstico.

Para implementar el diseño de la red neuronal se construyó una Framework (biblioteca de clases) con programación orientada a objetos que per-

mite construir una red tipo perceptron multicapa de cualquier tamaño, con las funciones requeridas en el diseño que venimos mostrando.

La figura muestra lógicamente la creación de una red neuronal en el framework representado arreglo de objetos.

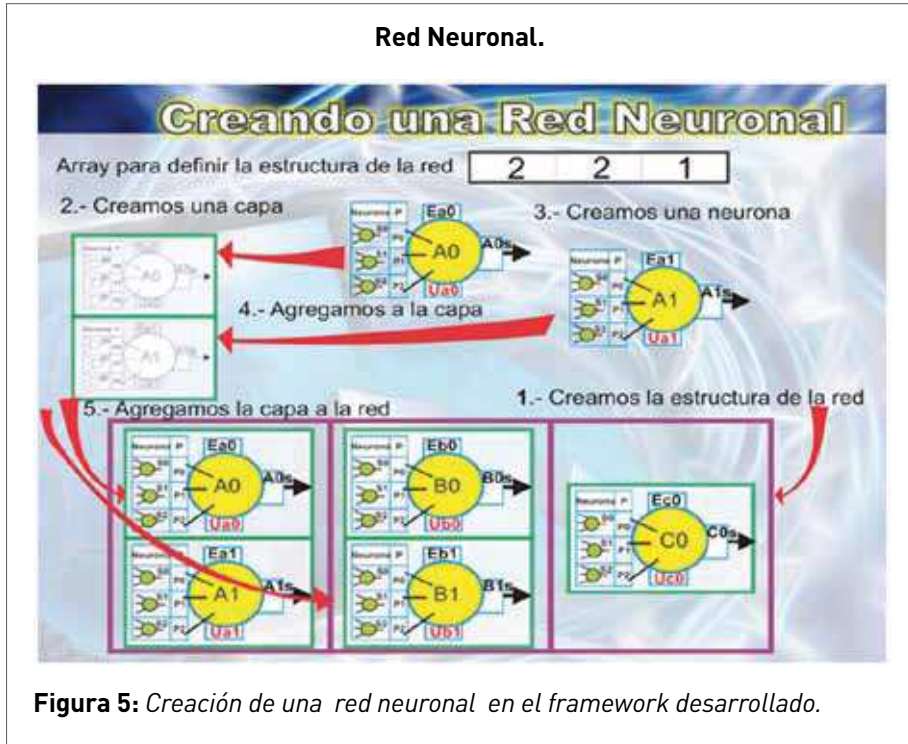


Figura 5: Creación de una red neuronal en el framework desarrollado.

Fuente: Redes Neuronales Artificiales, 1995.

El sistema se desarrollo en tres capas bien definidas, la capa de datos conecta con la base de datos para guardar y cargar el conocimiento como resultado del entrenamiento, así como para almacenar el diagnóstico de los pacientes y llevar un historial clínico de diagnósticos. Ver figura 6.

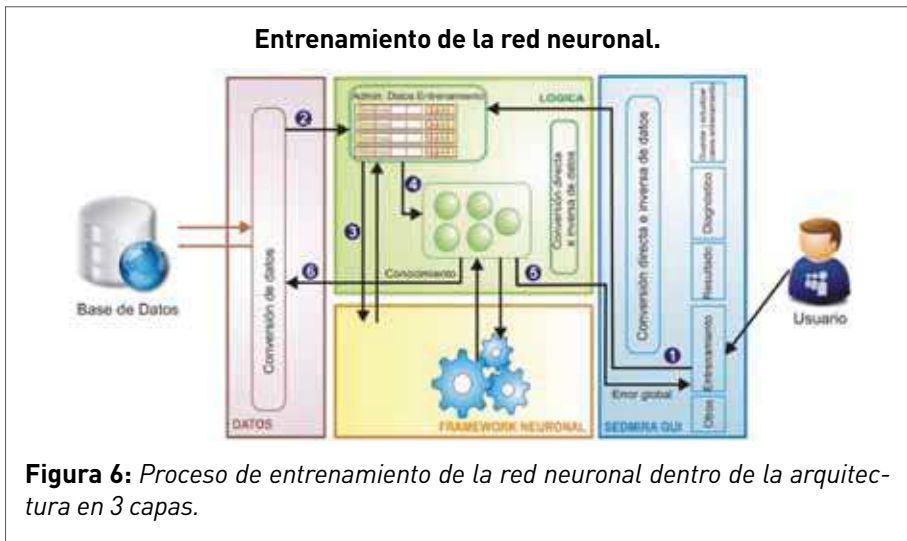


Figura 6: Proceso de entrenamiento de la red neuronal dentro de la arquitectura en 3 capas.

Fuente: Redes Neuronales Artificiales, 1995.

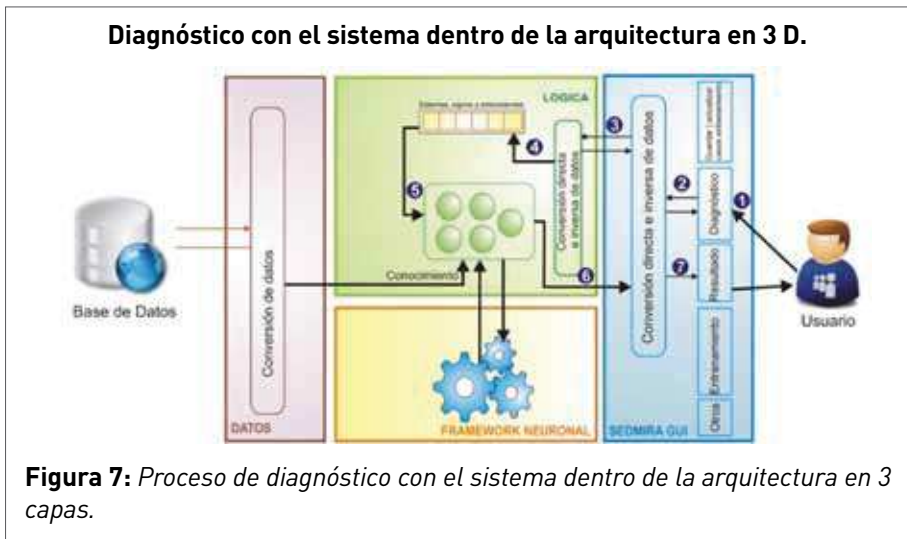
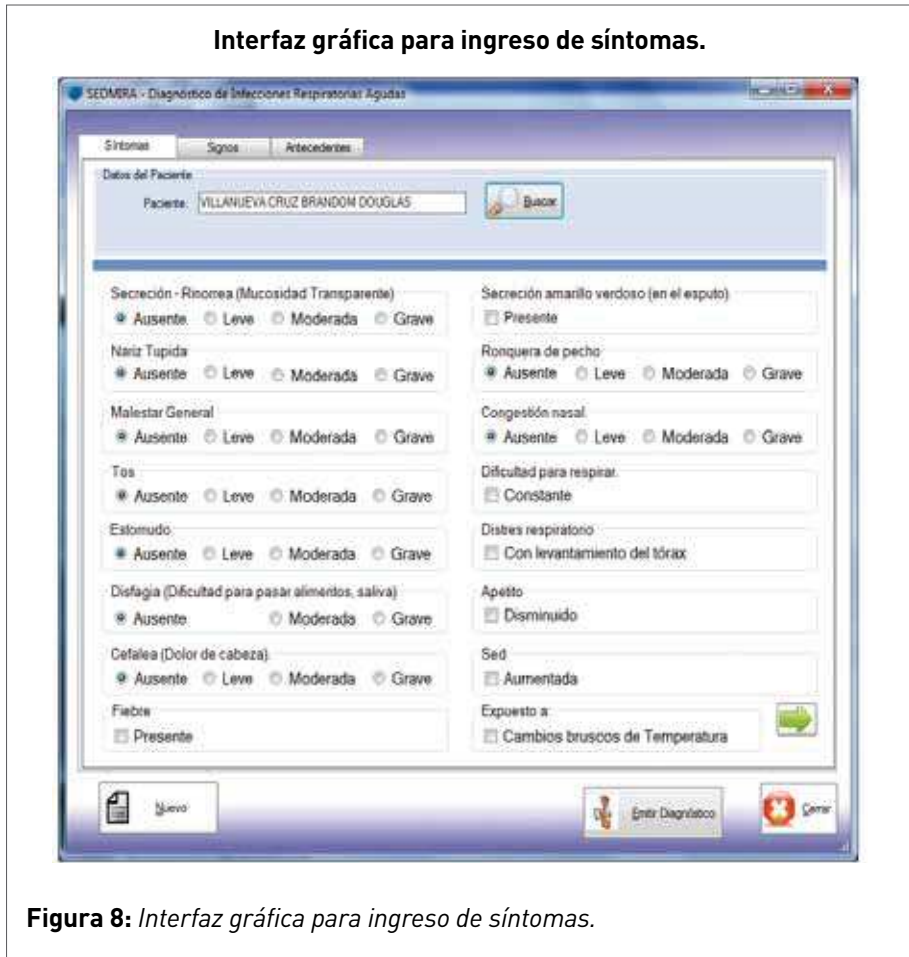


Figura 7: Proceso de diagnóstico con el sistema dentro de la arquitectura en 3 capas.

Fuente: Redes Neuronales Artificiales, 1995.

La figura 6 y 7 muestra la capa de presentación que nos es más que la interfaz gráfica de usuario, también nos muestra la capa lógica donde se realiza las operaciones de lectura de conocimiento y en combinación con el framework construyen y operan una red neuronal artificial.

A continuación se muestra la interfaz gráfica de usuario para realizar un diagnóstico.



Fuente: Redes Neuronales Artificiales, 1995.

Interfaz gráfica para ingreso de signos.

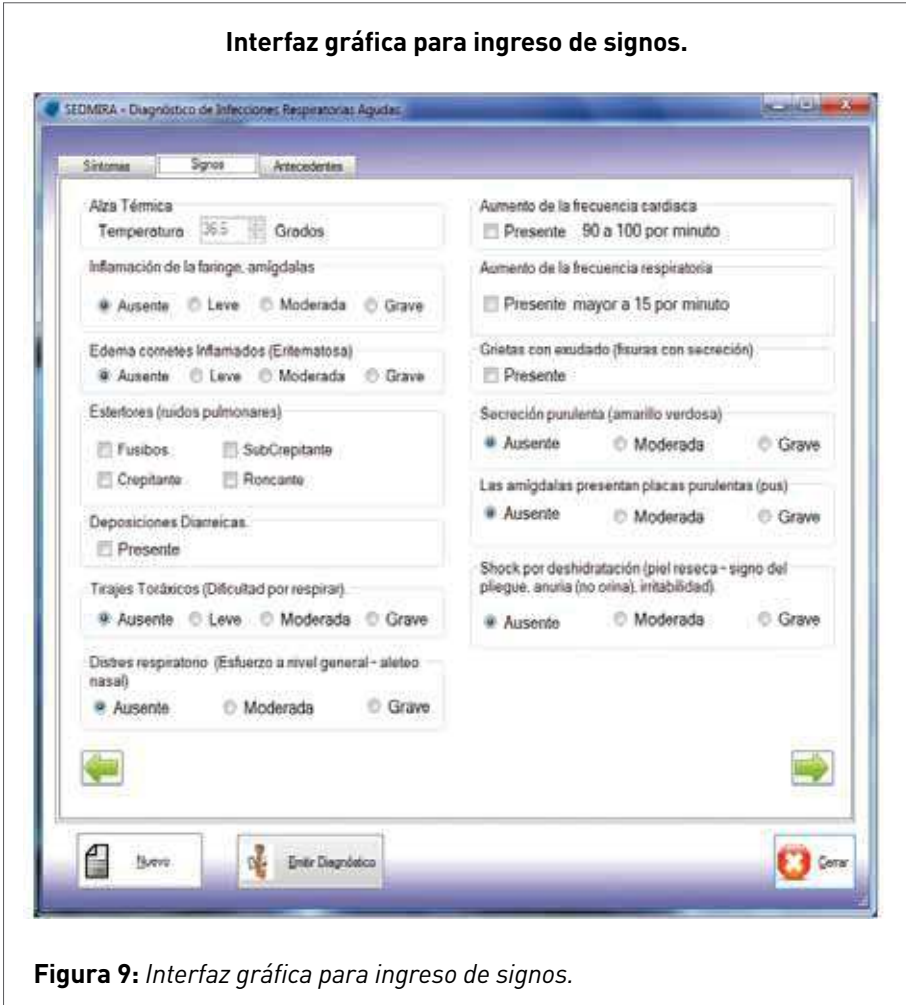


Figura 9: Interfaz gráfica para ingreso de signos.

Fuente: Redes Neuronales Artificiales, 1995.

Interfaz gráfica para ingreso de historia clínica.

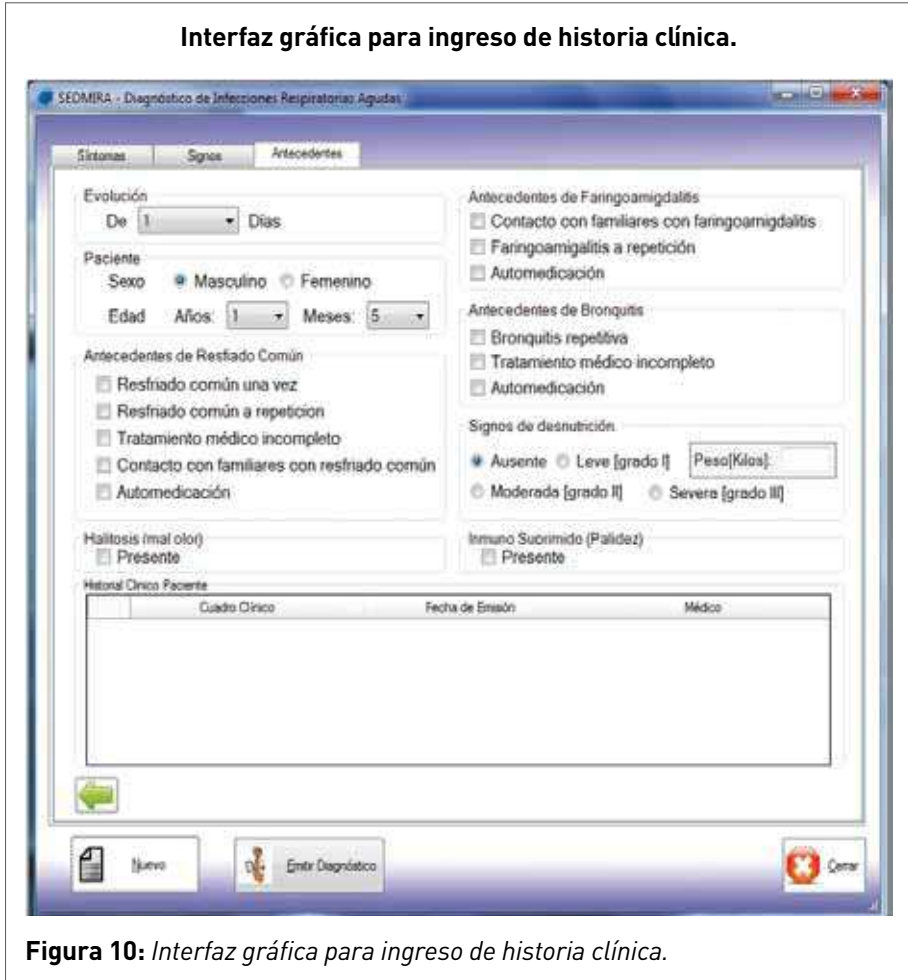


Figura 10: Interfaz gráfica para ingreso de historia clínica.

Fuente: Redes Neuronales Artificiales, 1995.

Una vez ingresado los datos del paciente el sistema emite un diagnóstico con porcentajes de aproximación del cuadro clínico. Ver figura 11.

Interfaz gráfica del resultado del diagnóstico.

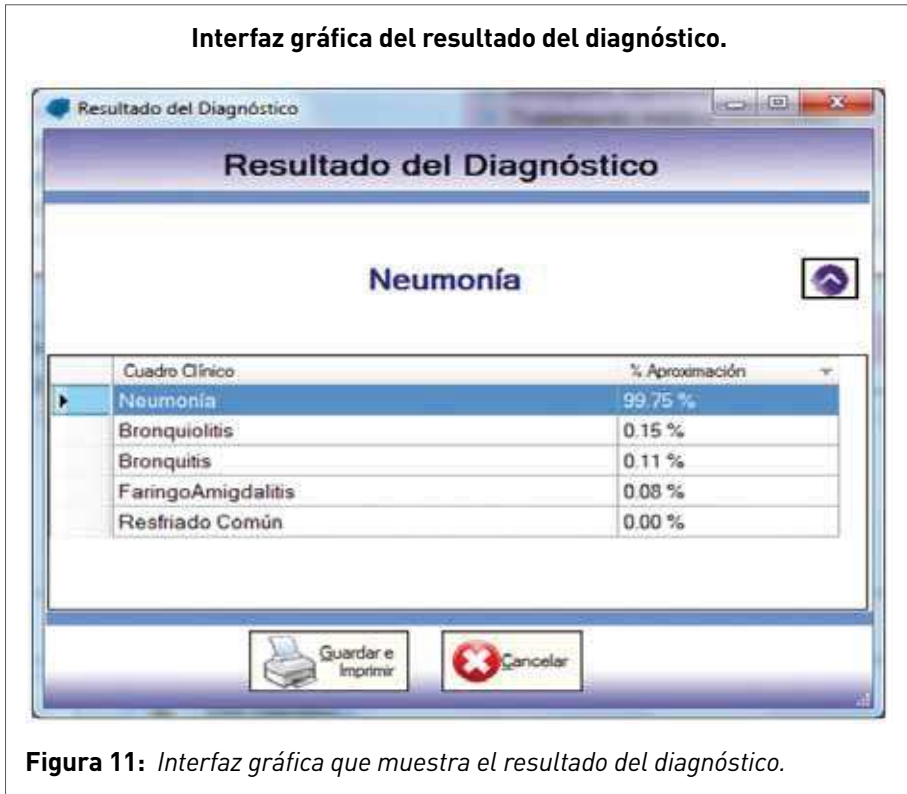


Figura 11: Interfaz gráfica que muestra el resultado del diagnóstico.

Fuente: Redes Neuronales Artificiales, 1995.

Se realizó una prueba piloto al sistema inteligente de diagnóstico médico de infecciones respiratorias agudas en niños menores de 5 años (SEDMIRA) con 59 pacientes y se obtuvo un acierto en el 100% de casos con el mismo diagnóstico emitido por el médico.

Sin embargo cabe aclarar que hay dos casos en el que SEDMIRA si acertó con el diagnóstico emitido por el médico pero con un porcentaje un poco menor al 90%, pero que coincidió con el diagnóstico del médico.

3. Conclusiones

El uso de redes neuronales como técnica de solución al diagnóstico médico resultó muy favorable, se obtuvieron resultados alentadores, de 57 casos de prueba mostrados el sistema inteligente generó un resultado igual al emitido por el médico en un 100%.

4. Referencias Bibliográficas

- Amaru, A. (2009). Disponible en: <http://www.minsarsta.gob.pe/redtupacamaru/>.
- Hilera, R. y Martínez, V. (1995). REDES NEURONALES ARTIFICIALES: Fundamentos, modelos y aplicaciones. España: Tama. pp. 408. ISBN: 8478971556.
- Laos, J. et al. (2012). *Boletín N° 6 Vigilancia epidemiológica. Infecciones Respiratorias Agudas y Neumonía*. Lima, Perú: Red de Salud Túpac
- Terry Des, J. (1993). *Enfermedades respiratorias: manifestaciones clínicas manual moderno*. México D.F.: Balderrama, pp.453. ISBN: 968-426-612-X.
- Viñuela, P. y Galván, I. (1995). *Redes de neuronas artificiales: un enfoque práctico*. Madrid, España: Pearson Educación. pp. 248. ISBN: 9788420540252.