

## **TÍTULO**

### **SISTEMA PROTOTIPO DE ENTRENAMIENTO PEDIATRA PARA EL PROCESO DE ADAPTACIÓN NEONATAL**

**Edwin Andrés Bernal López**

#### **ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN**

La medicina a través del tiempo ha sufrido un proceso de especialización, dividiendo su conocimiento en varias áreas, para de esta manera abordar de forma concreta y precisa los problemas que se presentan en niveles específicos de cada una de estas áreas. En términos generales estos problemas, hacen referencia particularmente a enfermedades identificables dentro del área, por ello el diagnóstico médico juega probablemente uno de los papeles más importantes dentro del campo médico. Uno de los inconvenientes más importantes en el proceso del diagnóstico médico es la subjetividad del especialista o experto que lo realiza; este hecho se hace notar en particular en actividades de reconocimiento de patrones, donde la experiencia del profesional esta directamente relacionada con el diagnóstico final, debido al hecho de que el resultado no depende exclusivamente de una solución sistematizada sino de la interpretación de los síntomas presentados por del paciente.

Brause[17] destaca el hecho de que la mayoría de médicos confrontan durante su formación la tarea de aprender a diagnosticar. En ésta fase ellos tienen que resolver el problema de deducir ciertas enfermedades o formular un tratamiento basado en observaciones o especificaciones de conocimiento. En términos generales el diagnóstico médico es fundamentalmente el proceso de identificar la enfermedad que esta sufriendo un paciente, para de esta manera poder determinar cual es la mejor forma para tratarla.

Para el diagnóstico en general y el diagnóstico médico particularmente, la integración rápida y fácil de conocimiento que pueda reemplazar al conocimiento previo, es un factor fundamental, dado que el diagnóstico médico es un proceso muy complejo, que requiere la recopilación de los datos del paciente, un profundo entendimiento de la literatura médica alrededor del tema y muchos años de experiencia clínica[19], sin embargo un diagnóstico totalmente preciso no puede ser realizado sin antes considerar muchas alternativas. Como resultado de esta incertidumbre las decisiones tomadas por diferentes médicos en diferentes estados del proceso de diagnóstico no siempre son las mismas, dada la diferencia de racionalización hecha por cada médico para cada caso en particular, así se trate del mismo tipo de enfermedad.

Precisamente por las características que presenta el diagnóstico médico, éste ha sido uno de los campos que mayor interés ha desarrollado en las ciencias de la computación y específicamente en el área de la Inteligencia Artificial, dado que mediante ésta se pretende emular la capacidad natural que posee el hombre en la toma de decisiones de cualquier tipo; imitando tanto su modo de aprendizaje como la manera en que basado en dicho conocimiento puede llegar a tomar decisiones; características que son las bases

fundamentales para diagnóstico médico. Para este fin la Inteligencia Artificial se apoya haciendo uso de distintas de sus propias ramas, dentro de las cuales se pueden destacar: los sistemas expertos (diagnóstico basado en reglas, probabilidades), lógica difusa (diagnóstico basado en clasificación), redes neuronales (diagnóstico basado en entrenamiento y reconocimiento), minería de datos en imágenes (diagnóstico mediante el reconocimiento de patrones).

Con el fin de esclarecer un poco el entorno de lo que ha sido la Inteligencia Artificial aplicada al diagnóstico médico se en los próximos párrafos se hará una síntesis de sus características y algunos de los ejemplos más representativos que ha tenido desde su incursión en el campo del diagnóstico médico.

El potencial de Inteligencia Artificial en la medicina ha sido expresado por varios investigadores a través de su historia. Por ejemplo Hoong (1988) resumió el potencial de las técnicas de IA en la medicina así:

- 1 Producción de nuevas herramientas para apoyar la toma de decisiones médicas, entrenamiento e investigación.
- 2 Integración de las actividades médicas, computacionales, científico-cognoscitivas.

Muchas aplicaciones en IA se han desarrollado con el fin de reforzar el cuidado de la salud y proporcionar mejores métodos para este objetivo particular. Como han expresado muchos estudios tales como (Mahabala, 1992; Manickam y Abidi, 1999); Alexopoulos 1999; Zelic, 1999; Ruseckaite, 1999, Bourlas, 1999), las aplicaciones en IA en el campo médico fueron desarrollados para ayudar a los usuarios (particularmente médicos y pacientes), proporcionando diagnósticos y predicciones para evitar complicaciones en las enfermedades. Aunque estos sistemas están dotados con el conocimiento "humano", ellos nunca reemplazarán la experiencia humana; dado que al igual que el humano, los sistemas exigen frecuentemente supervisión y actualización del conocimiento, por consiguiente, el papel del especialista (experto) médico continua siendo importante para asegurar la validez del sistema [8].

Los primeros estudios en sistemas médicos inteligentes tales como CASNET, MYCIN, PIP e Internist-I han mostrado la posibilidad de realizar diagnóstico en varios tipos de enfermedades (Shortliffe, 1987). CASNET (Causal ASSociational Networks) se desarrolló a inicios de 1960, fue una herramienta general para construir sistemas expertos para el diagnóstico y tratamiento de enfermedades. La mayoría de las aplicaciones realizadas mediante el uso de CASNET se especializaron en el diagnóstico y tratamiento del glaucoma. MYCIN por su parte se desarrolló a inicios de 1970 y fue diseñado para diagnosticar ciertas infecciones microbianas, además de recomendar el tratamiento con la asignación respectiva de medicamento necesario para tratar la infección; MYCIN tenía varios módulos tales como: explicación, adquisición de conocimiento e interacción. PIP era una abreviación para el Present Illnes Program, se desarrolló en 1970 para simular el comportamiento que debe seguir el especialista al momento de clasificar la historia médica de un paciente, diagnosticándolo o clasificándolo dentro de algún cuadro de las enfermedades renales conocidas. El Internist-I se desarrollo a inicios de 1980, su función se

centraba en la investigación de métodos heurísticos para tareas de diagnóstico diferencial usadas en la toma de decisiones clínicas (fue usado en diagnóstico de medicina interna).

En los años noventa, se reforzaron los estudios en los sistemas basados en IA, utilizando el precepto de desarrollar sistemas basados en las necesidades actuales. ICHT (Un Sistema basado en Inteligencia Artificial para el Cuidado de la Salud de los niños) se desarrolló para reducir la mortalidad de los niños sobre todo en las áreas rurales (Mahabala, 1992). El éxito de éste sistema radicaba en categorizar las insuficiencias más comunes dentro de la población infantil, tomando en consideración factores de riesgo importantes tales como el control del peso, nivel de inmunidad, además de hitos en el crecimiento y la nutrición. ICHT utilizó sistemas expertos en el proceso de toma de los datos para la generación de la historia de los pacientes. Otro aplicativo que fue desarrollado es HERMES (HEpathology Rule-based Medical Expert System) un sistema experto para el pronóstico de las enfermedades hepáticas crónicas más comunes (Bonfa, 1993). SETH un sistema experto para el tratamiento del envenenamiento por el uso de drogas (Droy, 1993), PROVANES un sistema experto híbrido para los pacientes críticos en anestesiología (Passold 1996) e ISS (Interactive STD Station) para el diagnóstico de las enfermedades de transmisión sexual (Alambrista y Kwon, 1997).

Dentro de los sistemas de diagnóstica médico basados en experiencia se puede encontrar un sistema de diagnóstico médico interactivo que es accesible a través de Internet (Manickam y Abidi, 1999), el razonamiento basado en casos (CBR) fue empleado en éste sistema para poder utilizar el conocimiento específico de experiencias previas, problemas o casos. El sistema puede ser usado por los mismos pacientes para diagnosticarse sin tener para hacer una visita frecuente a doctores.

La minería de datos es una técnica de IA usada para el descubrimiento de conocimiento en grupos de datos grandes, así ésta se usa para descubrir información que a simple vista se encuentra oculta a los propósitos médicos (Siti Nurul Huda y Miswan, 1999; Siti Fatimah y Rogayah, 1999; Neves 1999). Neves (1999) desarrolló sistemas de información que apoyan el diagnóstico, mediante el minado en imágenes médicas.

La lógica difusa es otra rama de las técnicas de inteligencia artificial, basada en la incertidumbre en el conocimiento, lo que simula más adecuadamente el razonamiento humano real. Meng (1996) aplico la inferencia correlativa difusa en el diagnóstico médico usándolo con un sistema basado en conocimiento médico llamado Clinaid.

Las Redes Neuronales (RN) una de las técnicas de IA más poderosas, tienen la capacidad para aprender de un grupo de datos y de matrices de peso estructuradas para representar los modelos de aprendizaje. RN son redes compuestas de muchas unidades de procesamiento (Sarle, 1999), simulan la función del cerebro humano y la forma de realizar las tareas tal y como el humano lo hace. RN han sido empleadas en varias aplicaciones médicas como en tratamientos de la arteria coronaria (Lippmann, 1995), infartos miocárdicos (Heden 1996), diagnóstico de cáncer (Callejero, 1996; Karkanis, 1999), diagnóstico de pulmonía (Caruana, 1996) y desórdenes cerebrales (Pranckeviciene, 1999). Karkanis (1999) Realizo una aplicación basada en RN que realizaba inferencias a partir del método de descripción

TABLA I  
 APLICACIONES RECIENTES TECNICAS INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN DIAGNÓSTICO

Año	Título/Autor	Tipo de Aplicación	Publicación
2000	Mockler, R. J., Dologite, D. G., & Gartenfeld, M. E. ( Medical decisión making and learning)	Basado en Reglas	CAI. Cybernetics and Systems: An International Journal
2001	Tunez, S., Aguila, I. M., & Marin, R. (An expertise model for therapy and diagnostic using abductive reasoning.)	Basado en Reglas	Cybernetics and Systems: An International Journal.
2001	Eugenio Alberdi, Julie-Care Becher, Ken Gilhooly, Jim Hunter et al. (Expertise and the interpretation of computerized Physiological data: Implications for the design of computerized monitoring in neonatal intensive care)	Basado en Conocimiento	International Journal of Human computer studies
2003	Meesad, P., & Yen, G. G. (Combined numerical linguistic knowledge representation and its application to medical diagnosis)	Lógica Difusa	IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics—Part A: Systems and Humans,
2004	Wang, Qu, Liu and Cheng (A self-learning expert system for diagnosis in traditional Chinese medicine.)	Redes Neuronales	Expert Systems with Applications
2004	Yan, H., Jiang, Y., Zheng, J., Fu, B., Xiao, S., & Peng, C. (The internet-based knowledge acquisition and management method to construct large-scale distributed medical expert system. )	Agentes Inteligentes	Computer Methods and Programs in Biomedicine
2004	Yang, Han, Kim (Integration of ART-Kohoene neural network and case-based reasoning for intelligent fault diagnosis )	Redes Neuronales	Computer Methods and Programs in Biomedicine
2004	Li, W., Tasi, Y. P., Tasi, & Chiu, C. L. (The experimental study of the expert system for diagnosing )	Redes Neuronales	Cybernetics and Systems: An International Journal.
2004	M.A.M Reis, N.R.S Ortega y P.S.P Silva (Fuzzy expert system in the prediction of neonatal resuscitation)	Sistema Experto difuso	Brazilian Journal of Medical and Biological research
2004	Amy L Potts. Frederick E Barr, David F Gregory, Lorianne Weight y Neal R (Computerized Physician Order entry and Medication errors in a Pediatric Clinical Care Unit )	Basado en Conocimiento	Pediatrics
2004	Jim Hunter, Gary Ewing, Yvonne Freer, Robert Logie, Paul McCue, Neil McIntosh (NEONATE: Decisi{on Support in the Neonatal Intensive Care Unit – Technical Report)	Basado en Conocimiento	Departamento de ciencias de la computación, Universidad de Aberdeen, Departamento de Neonatology Universidad de Edinburgh.
2005	Christian Fuchsberger , Jim Hunter y Paul McCue (Testing Asbru Guidelines and Protocols for Neonatal Intensive Care )	Basados en Reglas	10 <sup>th</sup> Conference on Artificial Intelligence in Medicine

textual para descubrir las anomalías dentro de imágenes médicas con una exactitud alta.

En los últimos años se han hecho varios desarrollos que se mostrarán en la siguiente tabla, resaltando características como el año de publicación, los autores, tipo de técnica de la inteligencia artificial que fue aplicada y el lugar de publicación y ordenados por el año.

Como se pudo observar en la pequeña síntesis realizada, la mayoría de los desarrollos realizados mediante el uso y aplicación de la Inteligencia Artificial al diagnóstico médico son utilizados exclusivamente del lado del paciente, es decir, esencialmente son usados para verificar la presencia de la enfermedad y en la mayor parte de los casos definir el tratamiento que se debería seguir, de acuerdo con la identificación hecha por el sistema. Pero es de destacar el hecho de que la mayoría de médicos confrontan durante su formación la tarea de aprender a diagnosticar; en ésta fase ellos tienen que resolver el problema de deducir ciertas enfermedades o formular un tratamiento basado en observaciones o especificaciones de conocimiento. Generalmente esta fase de aprendizaje culmina mediante la aplicación de los conocimientos en lo que se podrían llamar prácticas de campo, en las cuales los médicos ponen en uso la teoría aprendida en los pacientes, pero en muchas ocasiones la mera experiencia teórica previa no es garantía suficiente de que el nuevo médico pueda enfrentar adecuadamente este reto.

Por lo tanto un sistema de simulación que tenga aplicado básicamente el mismo conocimiento necesario para realizar un diagnóstico, con algunas modificaciones prácticas para el caso en particular (casos de ejemplo específico fundamentados en el “conocimiento” que tenga el sistema), sería un apoyo previo muy útil, que complementaría el conocimiento teórico de los pediatras, dado que mediante éste sistema se podrían establecer y medir parámetros como eficiencia en la reacción a un problema particular, además de ofrecer conjuntamente una respuesta en tiempo real de las acciones tomadas por el pediatra; aumentando así de manera considerable la curva de aprendizaje y experiencia del pediatra sin poner en “riesgo” a ningún paciente.

## **DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**

El diagnóstico médico en general, es un proceso que implica una gran responsabilidad y experiencia (combinación de conocimiento y práctica) por parte del médico que lo realiza, por el hecho de estar comprometiendo en determinados casos la integridad del paciente. Obviamente existen determinados casos en los cuales el riesgo es mucho mayor, casos en los cuales un tiempo de reacción y la correcta aplicación de un tratamiento o procedimiento específico son mucho más determinantes. Un caso tangible es el proceso de adaptación neonatal (conjunto de [modificaciones cardiacas y respiratorias principalmente, de cuyo éxito depende fundamentalmente el adecuado paso de la vida intrauterina a la vida en el ambiente exterior](#)) que exige el cumplimiento de un procedimiento sistemático en un periodo de tiempo muy corto (1 a 15 minutos máximo); éste periodo de tiempo es crítico por lo tanto la capacidad de reacción y la elección del procedimiento(s) adecuado(s) es fundamental para garantizar la vida del neonato. Además las circunstancias de este procedimiento son especiales dado que el entrenamiento para los pediatras en casos concretos es demasiado arriesgado para el paciente.

El proyecto tienen como objetivo fundamental el desarrollo de un sistema de simulación en tiempo real, que utilice técnicas de Inteligencia Artificial basadas en el conocimiento, el cual pueda ser utilizado en el entrenamiento de pediatras en el proceso de adaptación neonatal, ofreciendo una serie de casos de estudio relevantes, inferidos de la base de conocimiento, para de ésta manera enfrentar de forma controlada a los pediatras a ambientes de toma de decisión críticas, del cual obtendrán como resultado un diagnóstico

basado en la aplicación del procedimiento, las posibles consecuencias y un procedimiento óptimo que se debió haber seguido para el caso de prueba.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

- Desarrollar un software prototipo, basado en técnicas de inteligencia artificial que usen conocimiento para determinar los casos y procedimientos más importantes en el proceso de adaptación neonatal, el cual sirva como herramienta para el entrenamiento de pediatras, presentándoles una valoración de las acciones tomadas, las posibles complicaciones que pudo tener dicha decisión y sugiera la mejor acción que se pudo tomar en ese caso particular.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar las fuentes de información y establecer la relevancia de cada una de ellas para estandarizar y delimitar la cantidad de casos que se puedan generar.
- Recopilar y generar la base de conocimiento que contendrá los casos que el sistema podrá analizar, evaluar y sugerir.
- Desarrollar una interfaz de usuario que permita tanto la captura como la visualización de los datos resultantes.
- Generar el motor explicativo que presente resultados en lenguaje claro y adecuado a los pediatras.

## **METODOLOGÍA**

El proyecto se desarrollará en cuatro fases principales a desarrollarse de manera secuencial las primeras dos y de manera iterativa las dos finales, esto con el fin de realizar pequeños prototipos evolutivos en el desarrollo que permitan evaluar el avance alcanzado en esta fase principal del proyecto

### **Establecimiento de la Relevancia**

En ésta fase se realizará y resaltaran aspectos importantes de la relevancia del tema con respecto a una revisión bibliográfica que además establecerá características que se puedan tener en cuenta con respecto de otros trabajos previamente realizados, estableciendo de igual manera que el tema a desarrollar no ha sido abordado previamente o no se ha desarrollado con un enfoque idéntico en otros trabajos de investigación.

### **Generación de la Base de Conocimientos**

Ésta fase como su nombre lo indica pretende reconocer y delimitar los distintos casos que se pueden presentar en el proceso de adaptación neonatal, para ello es necesario hacer la extracción de dicho conocimiento de las diferentes fuentes de información (en este caso textos guía especializados y pediatras expertos en el área).

## **Desarrollo**

En esta fase se haría la programación necesaria para la obtención de los análisis que el software proveerá a los pediatras, de igual manera se hará el desarrollo de la interfaz con la cuál interactuará el pediatra y el motor explicativo. La obtención de los resultados de los procedimientos ejecutados por los pediatras se realizará mediante la aplicación de técnicas de Inteligencia Artificial como redes neuronales o lógica difusa, se esta considerando la posibilidad de realizar esta obtención mediante alguna técnica híbrida observando el mejor desempeño en resultados que éste tipo de técnicas ofrecen a nivel particular.

## **Pruebas**

En ésta fase se realizaran comparaciones de resultados obtenidos contra resultados óptimos esperados, básicamente esta fase proporcionaría retroalimentación a la fase de desarrollo para de ésta manera ir mejorando los prototipos periódicos que se han de generar como resultado iterativo de la fase de desarrollo.

## **ACTIVIDADES PROGRAMADAS**

- Revisión Bibliográfica
  - Establecimiento de las Fuentes Principales
  - Selección de Bibliografía pertinente
  - Depuración de la información
  - Bibliografía Anotada
  - Generación de Estado del Arte
- Generación de la Base de Conocimiento
  - Extracción de la Información.
  - Entrevistas con expertos.
  - Establecimiento y generación de Casos Relevantes.
  - Formalización del conocimiento
  - Estructuración de la Base de Conocimientos.
- Desarrollo
  - Programación de los casos relevantes.
  - Generación del Motor de inferencia (Lenguaje CLIPS)
  - Prototipo inicial.
  - Pruebas piloto.
  - Depuración de los casos.
  - Generación prototipo de Interfaz gráfica.
  - Generación prototipo de motor de explicación.
  - Unificación de prototipos.
  - Validación de Resultados mediante pruebas realizadas por pediatras.
  - Retroalimentación General.