

# Sistema Experto para determinar tipo de diabetes

Gisselle Rey Salazar, Alex García Araya

Ingeniería Civil Electrónica, Departamento de Ingeniería Eléctrica, Universidad de La Frontera  
grey001@pinhue.ufro.cl, agarc005@pinhue.ufro.cl

**Resumen**—El objetivo de este trabajo es dar a conocer una de las tantas aplicaciones que la Inteligencia Artificial ha logrado en este último tiempo en el área de la Medicina [6]. Para esto es necesaria la implementación de sistemas que sean capaces de diagnosticar una posible respuesta a las múltiples interrogantes [5]. Para ello se ha creado un Sistema Experto el cual tiene como finalidad determinar según una serie de síntomas el tipo de diabetes que el paciente pudiese llegar a presentar y el tratamiento que éste debería seguir. El trabajo considera La Diabetes Mellitus como una enfermedad crónica caracterizada por niveles elevados de glucemia debido a un déficit en la producción de insulina, por lo cual es la analizada por el Sistema experto [2,3]. Se sabe, esta enfermedad si no se trata puede ocasionar complicaciones graves tales como ceguera, problemas a órganos como riñones y páncreas e incluso se puede producir amputaciones a las extremidades [4].

**Abstract**—The objective of this work is to present one of the many applications that Artificial Intelligence has made possible in Medicine [6]. AI makes possible to implement systems that are capable of give an estimated answer to multiple problems [5]. We have created an Expert System which is able to establish according to a series of symptoms the type of diabetes a patient has, along with the treatment required. Diabetes Mellitus is a disease characterized by high levels of glucemy caused by an insulin deficit [2,3]. This disease can cause several complications if not treated correctly, such as blindness, problems to organs like kidneys and pancreas, and even extremity amputation [4].

## I. INTRODUCTION

Durante este último tiempo las enfermedades crónicas degenerativas han ido incrementándose cada vez más y más. Todo esto debido a factores de la vida cotidiana tales como: alimentación, ejercicio físico, estrés entre otros [8]. Cuando una de estas enfermedades se presenta en personas que viven en lugares donde no se cuenta con un médico especialista el diagnóstico tardío de ésta puede traer mayores complicaciones. A raíz de esto es que surge la necesidad de extraer una aplicación de la Inteligencia Artificial (IA) para darle una solución a este problema.

Una de las enfermedades más tratadas por la IA es la Diabetes, enfermedad que se trata en el presente artículo mediante la utilización de Sistemas Expertos. Los Sistemas Expertos han manifestado ser eficaces en la tarea de proponer ideas creativas, solucionar problemas complejos o desempeñar de forma eficiente tareas rutinarias. Cuando se trata de analizar el impacto de nuevas tecnologías en la actividad humana y en específico cuando se habla de IA, nace una discusión sobre qué consecuencias generará el manejo de

estas herramientas, en el contexto laboral, económico, de las personas, especialmente este debate se crea cuando se habla de Sistemas Expertos, ya que aparece directamente como un sistema cuyo objetivo es reemplazar al especialista humano.

De esta forma, los Sistemas Expertos son considerados como herramientas de apoyo para la realización de tareas complejas. Este trabajo se desarrolla según la siguiente organización: Comenzando por la Introducción, luego se entregan algunas Definición de Diabetes, posteriormente se desarrolla la base teórica de la Inteligencia Artificial necesaria para llevar a cabo este trabajo, en el apartado V se entrega la Construcción del Sistema Experto propuesto, en el apartado VI se presenta La Lógica, en el apartado VII se muestran los Resultados, y finalmente se entregan las Conclusiones.

## II. DEFINICIÓN DE DIABETES

La diabetes es una enfermedad crónica, debida a un trastorno del metabolismo de los glúcidos, de origen hormonal. Va acompañada de un aumento del azúcar en la sangre y en la orina y de otros trastornos metabólicos [2]. La diabetes es más frecuente en las personas de mejor posición económica y en las mujeres, al menos a partir de los 40 años. Parecen favorecer su aparición, la herencia, la obesidad y ciertos factores hormonales [7]. La Diabetes afecta de un 1 a un 2% de la población, aunque en el 50% de los casos no se llega al diagnóstico. Es una enfermedad multiorgánica ya que puede lesionar los ojos, riñones, el corazón y las extremidades [7]. También puede producir alteraciones en el embarazo.

Existen tres tipos importantes de diabetes: La tipo I, o diabetes mellitus insulino-dependiente (DMID), denominada también diabetes juvenil, afecta a niños y adolescentes, y se cree producida por un mecanismo autoinmune. Constituye de un 10 a un 15% de los casos y es de evolución rápida [3,8]. La tipo II, o diabetes mellitus no-insulino-dependiente (DMNID), o diabetes del adulto, suele aparecer en personas mayores de 40 años y es de evolución lenta [3]. También existe una Diabetes llamada Gestacional que pueden presentar las mujeres durante el embarazo. Este tipo de Diabetes se presenta por una intolerancia a la glucosa, durante el embarazo en las semanas 24 a 28. Los niveles de glucosa en la sangre retornan a la normalidad después del parto, razón por la cual es llamada también diabetes transitoria [7].

### A. Causas

La Diabetes es un grupo de procesos con causas múltiples. El páncreas humano segrega una hormona llamada insulina la

cual ayuda a que la glucosa llegue a las células de todos los tejidos del organismo y luego la transforme en energía, la cual es vital para el funcionamiento de nuestro cuerpo [2]. En el caso de un enfermo diabético, la cantidad de insulina que produce el páncreas no es la suficiente, produciendo así una alteración de los receptores de insulina de las células, dificultando el paso de glucosa [3]. De esta manera aumenta la concentración de glucosa en la sangre la cual es eliminada por la orina [4]. En el caso de la Diabetes Mellitus tipo I, se produce una disminución hasta una ausencia de la producción de insulina [3,4]. En la Diabetes Mellitus tipo II, la producción de insulina es normal o incluso alta, pero las células del organismo son resistentes a la acción de la insulina [3,4]; hacen falta concentraciones superiores para conseguir el mismo efecto. La obesidad puede ser uno de los factores de la resistencia a la insulina: en los obesos, disminuye la sensibilidad de las células a la acción de la insulina. La diabetes tipo I tiene muy mal pronóstico si no se prescribe el tratamiento adecuado. El paciente padece de una micción frecuente, sed, vómitos, visión borrosa, fatiga, pérdida de peso a pesar del aumento del apetito, infecciones a la piel y en el caso de las mujeres se presenta una disminución en la menstruación [7]. Debido al fallo de la fuente principal de energía que es la glucosa, el organismo empieza a utilizar las reservas de grasa. Esto produce un aumento de los llamados cuerpos cetónicos en la sangre, cuyo pH se torna ácido interfiriendo con la respiración. En el caso de la Diabetes gestacional los síntomas que se presentan son muy similares a los de la Tipo I, además de antecedentes previos al embarazo tales como parto anterior con un peso en el bebé superior a 4 kilos, y en algunos casos malformaciones de éste. Hasta un 40% de las mujeres con Diabetes gestacional dentro de 5 a 10 años después del parto, pueden desarrollar una diabetes completa y el riesgo puede incrementarse en mujeres obesas, si éstas no se cuidan [7].

### B. Efectos

En las tres formas de diabetes, la presencia de niveles de azúcar elevados en la sangre durante muchos años es responsable de lesiones en el riñón, alteraciones de la vista producidas por la ruptura de pequeños vasos en el interior de los ojos, alteraciones circulatorias en las extremidades que pueden producir pérdida de sensibilidad y, en ocasiones, necrosis (que puede precisar amputación de la extremidad), y alteraciones sensitivas por lesiones del sistema nervioso. Los diabéticos tienen mayor riesgo de sufrir enfermedades cardíacas y accidentes vasculares cerebrales [4]. Las pacientes diabéticas embarazadas con mal control de su enfermedad tienen mayor riesgo de abortos y anomalías congénitas en el feto. La esperanza de vida de los diabéticos mal tratados es un tercio más corta que la población general. El diagnóstico de la diabetes tipo II en ausencia de síntomas suele realizarse mediante un análisis rutinario de sangre, que detecta los niveles elevados de glucosa. Cuando las cifras de glucosa en un análisis realizado en ayunas sobrepasan ciertos límites, se establece el diagnóstico [3]. En situaciones intermedias, es preciso realizar un test de tolerancia oral a la glucosa, en el que se ve la capacidad del organismo de metabolizar una cantidad determinada de azúcar.

## III. INTELIGENCIA ARTIFICIAL

La Inteligencia Artificial (IA) se puede definir como la capacidad de una máquina de realizar las mismas funciones que el ser humano [9]. Con el avance de la tecnología la búsqueda de la IA ha tomado dos rumbos fundamentales: la investigación psicológica y fisiológica de la naturaleza del pensamiento humano, y el desarrollo tecnológico de sistemas informáticos cada vez más complejos.

De esta forma la IA se ha aplicado a sistemas y programas informáticos capaces de realizar tareas complejas, simulando el funcionamiento del pensamiento humano, aunque todavía muy lejos de éste. En este contexto las áreas de investigación más significativas son el procesamiento de la información, el reconocimiento de modelos y las áreas aplicadas como el diagnóstico médico [9].

Hoy en día existen tres tendencias en cuanto al desarrollo de sistemas de IA: los sistemas expertos, sistemas difusos y las redes neuronales. Los sistemas expertos intentan reproducir el razonamiento humano de forma simbólica, incluso empleando el razonamiento difuso. Las redes neuronales lo hacen desde una perspectiva más biológica (recrean la estructura de un cerebro humano mediante algoritmos genéticos).

## IV. SISTEMAS EXPERTOS

Un sistema experto es un tipo de programa computacional encargado de imitar la capacidad para resolver problemas de un determinado especialista. Puede tener aplicaciones tanto en finanzas como también lo puede tener en medicina. Los expertos solucionan los problemas utilizando una combinación de conocimientos basados en hechos y en su capacidad de razonamiento. Los sistemas expertos facilitan también herramientas adicionales en forma de interfaces de usuario y los mecanismos de explicación. Las interfaces de usuario, al igual que en cualquier otra aplicación, permiten al usuario formular consultas, proporcionar información e interactuar de otras formas con el sistema. Los mecanismos de explicación, la parte más fascinante de los sistemas expertos, permiten a los sistemas explicar o justificar sus conclusiones, y también posibilitan a los programadores verificar el funcionamiento de los propios sistemas.

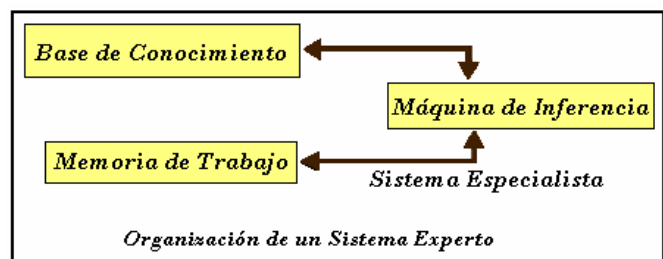


Fig. 1 Organización de un Sistema Experto.

Los sistemas expertos, están compuestos por 3 partes: una base de conocimientos, una máquina de deducción o inferencia y una memoria de trabajo que le permitan utilizar

dicho conocimiento para lograr un determinado objetivo [9], ver la figura 1.

#### A. La Base de Conocimiento

La Base de Conocimiento, ésta proporciona hechos, objetivos y reglas sobre el dominio específico donde se aplicará el Sistema Experto. Se llama Conocimiento al entendimiento sobre cómo manipular los elementos que conforman el dominio para deducir conclusiones y soluciones a diferentes problemas [10]. Una vez que el conocimiento es adquirido, debe ser organizado para facilitar su manipulación por las otras componentes del Sistema Experto. En otras palabras, el conocimiento se codifica y estructura de forma similar a como lo haría un especialista [10]. Por lo tanto es muy importante destacar que no existe una representación única para todas las aplicaciones. Cada problema en particular debe ser analizado para poder seleccionar la mejor forma de representación.

#### B. La Memoria de Trabajo

La Memoria de Trabajo contiene los hechos que son adquiridos durante el proceso mediante el cual el usuario ingresa al sistema las informaciones sobre el problema. El sistema compara estas informaciones con el conocimiento que posee, con el fin de inferir nuevos hechos. El sistema coloca estos nuevos hechos en la Memoria de Trabajo y el proceso continúa. Finalmente después de éste proceso, el sistema llegará a una conclusión que también es almacenada en esta memoria [9].

#### C. La Máquina de Inferencia o de Deducción

La Máquina de inferencia o de Deducción proporciona la capacidad de razonamiento que permite al sistema experto extraer conclusiones, es el procesador de un Sistema Experto. Su función es comparar la información de la Memoria de Trabajo con el “conocimiento” de la Base de Conocimiento, para así poder inferir nuevas informaciones que le permitan buscar una solución al problema planteado [9,10]. La forma como la máquina infiere nuevas informaciones en la búsqueda de una solución depende de la representación del conocimiento [9].

### V. CONSTRUCCION DEL SISTEMA EXPERTO PROPUESTO

Para la construcción de este Sistema Experto se utilizó el programa EXPERT SINTA, ver anexo, desarrollado (Sistema Inteligente aplicado a Sistemas Expertos), donde se obtiene una SHELL. Se le llama *shell* al conjunto formado por la Memoria de Trabajo y la Máquina de Inferencia. Es decir, *shell* es un sistema que permite la incorporación de una Base de Conocimiento, en cualquier área, de forma a obtener un nuevo Sistema Experto [10]. El hecho de no tener incluida una base de conocimiento permite que se pueda fácilmente construir un Sistema Experto en cualquier área específica de aplicación. En algunos casos se denomina Sistema Experto Vacío. Para la creación de la base de conocimiento que se ingresara en la shell y que en conjunto formaran nuestro sistema experto se utilizara el árbol o esquema de la figura 8.

del cual se extraerán las variables y reglas necesarias para la implementación del sistema. Ver figura 8.

La base de conocimientos que se le ingresa a la shell es por medio de una lógica, siendo la única forma de representar conocimiento. Ver figura 2.

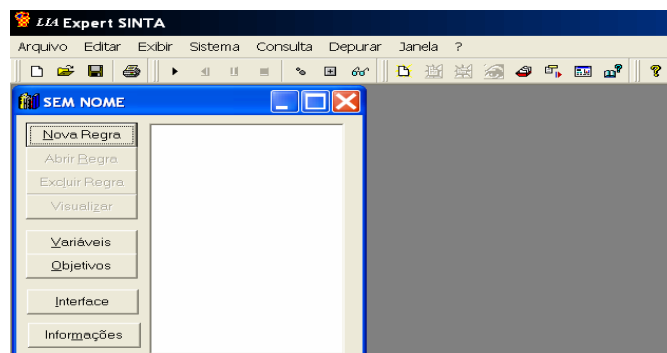


Fig. 2 Presentación del EXPERT SINTA

#### A. Definición de variables

Para almacenar una Base de Conocimientos es necesario partir por definir las variables a utilizar. Para ello fue necesario investigar a fondo acerca de la Diabetes, los distintos síntomas que caracterizan a esta enfermedad y el respectivo tratamiento que el paciente debería seguir. Esta base de conocimiento es necesaria para ingresarla en la SHELL y así formar nuestro Sistema Experto.



Fig. 3 Definición de variables.

En la figura 3 se muestra la definición de la variable “SEXO” la cual es univalorada puesto que sólo puede tomar dos valores “MASCULINO o FEMENINO”.

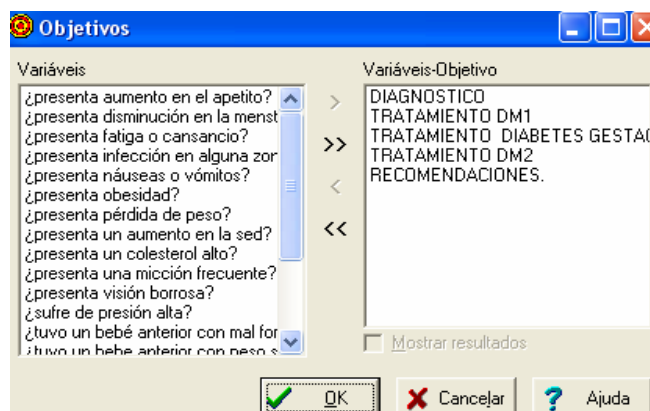


Fig. 4 Definición de variables objetivo.

### B. Definición de objetivos

Es necesario definir cuáles de las variables utilizadas serán “variables objetivos” ya que éstas serán las conclusiones que el sistema arrojará como resultado de la consulta médica. Ver figura 4.

## VI. LA LÓGICA

La Lógica es la encargada de representar el conocimiento para un gran número de los lenguajes y *shells* que permiten implementar Sistemas Expertos. La lógica permite procesar hechos y obtener a partir de ese procesamiento, inferencias o conclusiones [9].

### A. Lógica Proposicional

Una Proposición es una Afirmación que puede ser verdadera o falsa y que también puede ser representada por una variable simbólica. Su principal análisis se centra en la validez de los razonamientos y argumentos, por lo que se esfuerza por determinar las condiciones que justifican que el individuo, a partir de proposiciones dadas, llamadas premisas, alcance una conclusión derivada de aquéllas. La validez lógica depende de la adecuada relación entre las premisas y la conclusión, de tal forma que si las premisas son verdaderas la conclusión también lo será. Por ello, la lógica se encarga de analizar la estructura y el valor de verdad de las proposiciones, y su clasificación. Dentro de la lógica existen los operadores lógicos que son los encargados de relacionar las premisas o hechos. Está el caso de los operadores: “y”, “o” y “entonces” los que fueron utilizados en nuestra shell [9]. Relacionando los operandos con las premisas, se puede obtener las reglas.



Fig. 5 Esquema de un procesamiento lógico.

### B. Las Reglas

Una regla es una estructura de conocimiento que relaciona una información conocida a otra que puede ser inferida a partir de la primera. Es una forma de conocimiento procedimental. La regla asocia una información a una acción, o procedimiento, pero también a una nueva información. La regla conecta lógicamente uno o más antecedentes o premisas a una o más consecuencias o conclusiones [9]. El programa utiliza 99 reglas para relacionar los síntomas con el diagnóstico, el tratamiento y las recomendaciones. Ver figura 6.

## VII. RESULTADOS

Luego de haber realizado una investigación sobre los síntomas que presenta un enfermo diabético, se dará a conocer

a continuación una simulación de una consulta médica de un paciente, ver figura 7.

Como se muestra en la secuencia de imágenes el programa comienza por preguntar sexo, edad, nivel de glucosa en la sangre y una serie de síntomas que llevará finalmente al programa a diagnosticar la posible diabetes y su respectivo tratamiento.

Es importante destacar que el nivel de glucosa en la sangre será previamente obtenido por un examen que se realizará en la posta o consultorio donde se encuentre implementado este sistema. El examen se realizará con un instrumento llamado OneTouch Ultra que puede ser utilizado tanto en hogares como en hospitales. El medidor OneTouch Ultra requiere solamente de una gotita de sangre, lo que puede significar una prueba menos dolorosa. Se puede sacar la muestra de sangre en sus dedos o también puede realizar la prueba en su antebrazo en donde hay menos terminaciones nerviosas.

Item de regra: SEXO = MASCULINO  
Fator de confiança: 100  
Item de regra: NIVEL DE AZUCAR EN LA SANGRE < 126  
Conectivo: E OU Não  
Item de regra: DIAGNOSTICO = NO PRESENTA DIABETES  
Fator de confiança: 100

Regra 98

SE  
SEXO = MASCULINO  
E NIVEL DE AZUCAR EN LA SANGRE < 126  
ENTÃO  
DIAGNOSTICO = NO PRESENTA DIABETES CNF 100%

Fig. 6 Creación de una regla.

El sistema considera como nivel normal de glucosa en la sangre a una muestra que arroja un valor menor a 126 gr/dl, superior a este valor la muestra indica que el paciente podría presentar un cierto porcentaje de diabetes.

De todas las simulaciones realizadas se puede decir que a medida que van aumentando los síntomas presentados por el paciente, la probabilidad de que éste tenga una diabetes más severa se hace cada vez más notable.

Lo bueno de utilizar este software es que trae una shell (sistema experto vacío) que puede ser utilizada para distintas aplicaciones, lo único que se necesita es ingresar los datos que se agregaran a la base de conocimiento y una vez ingresados se pueden manipular de la forma que uno desee para obtener

un objetivo final. El resultado esperado dependerá tanto del tipo como también de la cantidad de variables y reglas que se manejen.

**SEXO**  
(Marque somente uma alternativa)

Opção: ☐ MASCULINO ☒ FEMENINO Grau de Confiança %: 100

OK Por que?

**EDAD (años)**  
(Coloque na faixa abaixo de valores)

Valor: 41

0 80

OK Por que?

**NIVEL DE AZUCAR EN LA SANGRE (mg/dl)**  
(Coloque na faixa abaixo de valores)

Valor: 191

60 300

OK Por que?

**¿Usted está embarazada?**  
(Marque somente uma alternativa)

Opção: ☒ SI ☐ NO Grau de Confiança %: 100

OK Por que?

**¿Presenta náuseas o vómitos?**  
(Marque somente uma alternativa)

Opção: ☒ SI ☐ NO Grau de Confiança %: 100

OK Por que?

**¿Presenta una micción frecuente?**  
(Marque somente uma alternativa)

Opção: ☒ SI ☐ NO Grau de Confiança %: 100

OK Por que?

**¿Presenta un aumento en la sed?**  
(Marque somente uma alternativa)

Opção: ☒ SI ☐ NO Grau de Confiança %: 100

OK Por que?

**¿Presenta una visión borrosa?**  
(Marque somente uma alternativa)

Opção: ☒ SI ☐ NO Grau de Confiança %: 100

OK Por que?

**¿Tuvo un bebé anterior con peso superior a 4 kilos?**  
(Marque somente uma alternativa)

Opção: ☒ SI ☐ NO Grau de Confiança %: 100

OK Por que?

**¿Tuvo un bebé anterior con malformaciones?**  
(Marque somente uma alternativa)

Opção: ☐ SI ☒ NO Grau de Confiança %: 100

OK Por que?

**Resultados**

**DIAGNOSTICO**

Valor	CNF (%)
PRESENTA DIABETES GESTACIONAL	98

Resultados/Histórico/Todos os valores/O sistema/

**Resultados**

**TRATAMIENTO DIABETES GESTACIONAL**

Valor	CNF (%)
Reducir niveles de azucar para evitar el riesgo de malformación del feto	100
Realizar observaciones muy de cerca del feto y de la madre durante el	100
Realizar exámenes de ultrasonido y cardiografía en reposo para evalu	100
Dieta equilibrada de la madre.	100
De no ser suficiente la dieta comenzar terapia de insulina.	100

Resultados/Histórico/Todos os valores/O sistema/

Fig. 7 Resultado de la aplicación del Sistema propuesto a un paciente

Como en nuestro caso la aplicación de este sistema fue en el área de la Medicina, fue necesario realizar un estudio previo para conocer primero cuales son las características de esta enfermedad. Antes que todo cabe destacar que la variable mas importante independiente del sexo y el algunos casos la edad es el nivel de "azúcar en la sangre" ya que esta variable será crucial para determinar un posible diagnóstico médico. Saber cuál es el peso e importancia de cada "síntoma" fue lo que nos llevo a definir las variables secundarias ya que estas junto con el nivel de azúcar en la sangre serán decisivas para la detección y tratamiento de la diabetes. También cabe destacar que no siempre esta enfermedad presenta síntomas, razón por la cual es muy importante realizarse un chequeo médico para así estar al tanto de la cantidad de glucosa que circula por nuestra sangre.



## VIII. CONCLUSIONES

La diabetes es una enfermedad en donde sus complicaciones se pueden reducir con conocimiento apropiado y el tratamiento oportuno. Tres complicaciones importantes se relacionan con la ceguera, el daño del riñón y el ataque del corazón [4]. Esta enfermedad en años anteriores pudo haber tenido un desenlace más fatal puesto que no se contaba con los conocimientos y la tecnología apropiada para ser tratada. Hoy en día gracias al avance científico y tecnológico esta visión ha cambiado [1]. Uno de los aportes a la detección y tratamiento de ésta y otras enfermedades lo ha entregado la Inteligencia Artificial [5].

En conclusión, el propósito de este artículo ha sido presentar un aspecto optimista para quienes ven a la diabetes como una enfermedad con un pronóstico cada vez menos próximo a la curación y a la prevención. Pero el progreso no puede detenerse. Gracias a que el mundo científico está cada vez más concentrado en la investigación básica y a la aplicación de sus resultados, diversas oportunidades se pueden ofrecer al enfermo.

## REFERENCIAS

- [1] W. Qian, R. Sankar, X. Song, X. Sun, R. Clark. "Standardization for image characteristics in telemammography using genetic and nonlinear algorithms". *Computers in Biology and Medicine* 35 (2005), pp. 183–196.
- [2] E. Ruiz-Velásquez, R. Femat, D.U. Campos-Delgado. "Blood glucose control for type I diabetes mellitus: A robust tracking HN problem". *Control Engineering Practice* 12 (2004), pp. 1179–1195.
- [3] C.V. Doran, N.H. Hudson, K.T. Moorhead, J.G. Chase, G.M. Shaw, C.E. Hann. "Derivative weighted active insulin control modelling and clinical trials for ICU patients". *Medical Engineering & Physics* 26 (2004), pp. 855–866.
- [4] C.E. Hann, J.G. Chase, J. Lin, T. Lotz, C.V. Doran, G.M. Shaw. "Integral-based parameter identification for long-term dynamic verification of a glucose—insulin system model". *Computer Methods and Programs in Biomedicine* (2005) 77, pp. 259—270.
- [5] C.M. Cardozo, F. Guadarrama, J. Reyes, R. Fernández, D.M. Becerra, M.A. Hernández, M. Lázaro, J. Martínez. "Entrenamiento prospectivo y prueba de una red neural artificial como auxiliar diagnóstico en el dolor abdominal agudo en un servicio de urgencias". *Medicina critica*, vol. XIV, Núm. 5, (2000), pp 159-164.
- [6] P.J. Lisboa, A.F.G. Taktak. "The use of artificial neural networks in decision support in cancer: A systematic review". *Neural Networks* 19 (2006), pp. 408–415.
- [7] I. Aguilar, H. Galbes. "*Tratado Práctico de Medicina Moderna*". Primera edición: 7ª reimpresión (1982), Publicaciones Interamericana, pp. 361 – 362.
- [8] G.M.J. Curulem, A. Espinosa, R. Sandoval, R. Saupe, F. de Asevedo. "Aportes de la Ingeniería Biomédica a la Salud". *Proc. II Congreso Latinoamericano de Ingeniería Biomédica* (2001), La Habana, Cuba.
- [9] J. Mira, A.E. Delgado, J.G. Boticario, F.J. Díez. "*Aspectos básicos de Inteligencia Artificial*". Editorial Sanz y Torres, Madrid, (1995). Reimpreso en 2001. xi+604 págs.
- [10] M. Villalobos, L. Cortés, E. Sotomayor. "Shell en Internet, para la Generación de Prototipos de Sistemas Expertos Basados en Reglas una Aplicación en Olivicultura". *Revista Facultad de Ingeniería*, (1997), vol. 4.

## ANEXO

El proyecto Expert Sinta fue iniciado en mayo de 1995 en el Laboratorio de Inteligencia Artificial (LIA), localizado en el Departamento de Computación de la Universidad Federal de Ceará. EL Expert Sinta es una shell o una herramienta visual para la construcción de sistemas expertos. La construcción de un software para el desenvolvimiento de sistemas especialistas "Shell", no es sencillo. La necesidad de la utilización de sistemas especialista se debe a diversos factores como son lo tecnológico y lo económico-social; dentro de estos factores está la dificultad de acceso de especialistas humanos en determinadas regiones.

El Expert Sinta es una shell que presenta un soporte visual de fácil operación y permite un desenvolvimiento modular de bases de conocimiento a través de una interfase de fácil manipulación. El Expert Sinta proporciona una economía de tiempo para los desenvolvedores de la base de conocimiento, y también un mejor aprovechamiento por parte del usuario final al permitir la inclusión de textos en las respuestas que arroja el sistema.

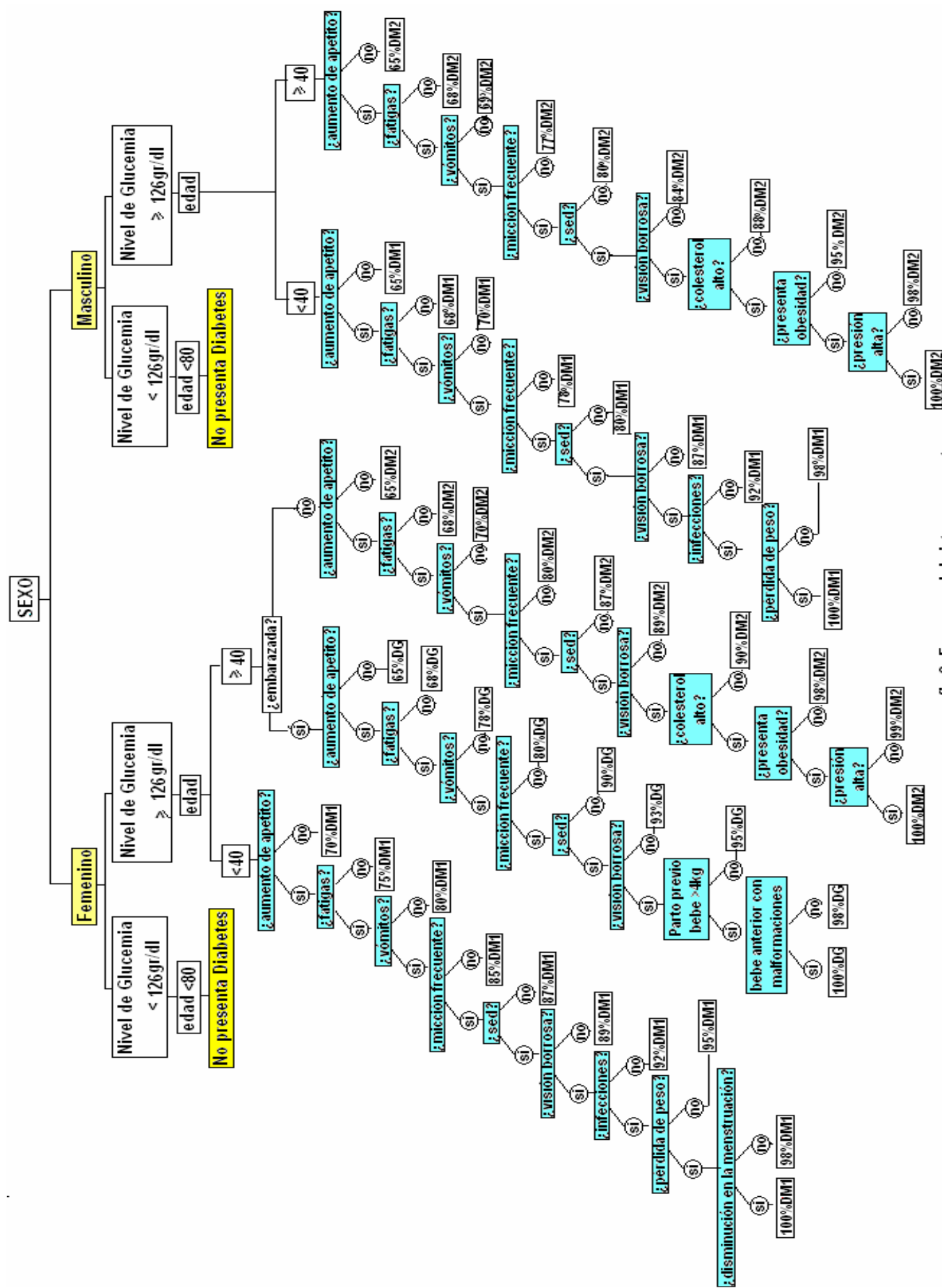


fig 8. Esquema del sistema experto