

Sistema experto para el diagnóstico y tratamiento de los desórdenes hipertensivos del embarazo

Expert system to diagnose and to treat pregnancy hypertensive disorders

Rivas-Echeverría*, Carlos; Sánchez, Racely; Molina, Lizmar

Universidad de Los Andes. Facultad de Farmacia. Urbanización Santa María Sur,
Calle Pico Espejo Qta. Mónica, Mérida- Venezuela 510,

*rivasecheverria@cantv.net

Matamoros, Alejandra; Torrealba, Ana; Rivas-Echeverría, Francklin; y González, Solange

Universidad de Los Andes. Facultad de Ingeniería. Laboratorio de Sistemas Inteligentes
Mérida – Venezuela 5101.

Recibido: 14-07-2004

Revisado: 16-02-2007

Resumen

En este artículo se presenta el Sistema Experto para el Programa de Prevención de la Preeclampsia (SEPPP), un sistema experto en medicina, basado en reglas, que apoya el diagnóstico y la toma de decisiones terapéuticas en el campo de los desórdenes hipertensivos del embarazo (DHE), y que puede ser de utilidad para el entrenamiento de médicos y para guiarlos a ejecutar adecuadamente el programa de salud pública. SEPPP aplica criterios pragmáticos para clasificar, diagnosticar y sugerir el tratamiento de los DHE y sus complicaciones. Este sistema guía al usuario a recoger fácil y sistemáticamente la información de la paciente, y basado en esos datos puede llevar al posible diagnóstico y tratamiento apropiado para esa paciente. SEPPP se ha desarrollado en el Programa de Prevención de la Preeclampsia (PPP) para ser usado en los ambulatorios urbanos y rurales y en los hospitales del Distrito Sanitario Mérida. El SEPPP será evaluado en la práctica y, si prueba ser eficaz y preciso, se procederá a ser presentado a los médicos esta nueva herramienta para ofrecer servicios médicos de alta calidad, estandarizados e individualizados.

Palabras claves: Sistemas expertos, desórdenes hipertensivos del embarazo, preeclampsia, diagnóstico médico, inteligencia artificial.

Abstract

In this paper it is presented the Expert System for the Program for the Prevention of Preeclampsia (SEPPP), a ruled-based medical expert system that supports diagnostic and therapeutic decisions in the realm of hypertensive disorders of pregnancy (HDP) and that could be used for training physicians and for guiding them to accurately perform all the activities of a public health program. SEPPP applies pragmatic criteria for diagnosing, classifying and suggesting the appropriate treatment of the HDP and their complications. This system guides the user for collecting patient information easily, and based on those items it leads to the possible diagnose and treatment for that patient. SEPPP has been developed for the Program for the Prevention of Preeclampsia to be used at all the out-patients hospitals and hospitals at Mérida, Venezuela SEPPP will be carefully evaluated and, if proven effective and accurate, it will be presented to practitioners a new tool for delivering high-quality, standard and individually adapted health care.

Key words: Expert systems, pregnancy hypertensive disorders, medical diagnosis, preeclampsia, artificial intelligence.

1 Introducción

Un sistema experto (SE) es un software de computación que emplea el conocimiento capturado en su programa para resolver problemas difíciles, que normalmente requieren la experticia humana (Rivas-Echeverría y col., 1998). Los SE concentran información dada por un experto humano para reemplazarlo cuando éste no se encuentra disponible o cuando su conocimiento es necesitado en varios sitios a la vez (Rivas-Echeverría y col., 1998; Aguilar y Rivas-Echeverría, 2001; Rodríguez, 1992). Un SE bien diseñado imita el proceso de razonamiento que usan los expertos para resolver problemas específicos, y pueden usarse por inexpertos para mejorar sus capacidades de resolución de problemas y por expertos como un asistente de conocimientos (Rivas-Echeverría y col., 1998). Los SE en medicina contienen información sobre las estrategias diagnósticas y terapéuticas a aplicar en las enfermedades, y ayudan a médicos en formación con la precisión de un especialista.

SEPPP es un SE experto en medicina, basado en reglas, que apoya el diagnóstico y la toma de decisiones terapéuticas en el campo de los desórdenes hipertensivos del embarazo, sus factores de riesgo y sus complicaciones. SEPPP puede ser de gran utilidad para el entrenamiento de médicos y para garantizar la adecuada y exacta ejecución de las actividades del programa de salud pública Programa de Prevención de la Preeclampsia (PPP). SEPPP aplica criterios pragmáticos, basados en la evidencia y los lineamientos del PPP, para clasificar, diagnosticar y sugerir el tratamiento de los DHE y sus complicaciones. Este sistema puede guiar al usuario a recoger fácilmente la información de la paciente, y basado en esos datos puede llevar al posible diagnóstico y tratamiento apropiado para esa paciente en especial. Las estrategias diagnósticas y terapéuticas son altamente estandarizadas e individualizadas, lo que garantiza atención médica de calidad y bajo costo. Su base de datos registra información necesaria para ejecutar el sistema de vigilancia epidemiológicas del PPP y para ser utilizada en proyectos de investigación sobre la efectividad de las estrategias terapéuticas o sobre factores de riesgo.

SEPPP se ha desarrollado como un proyecto satélite del Programa de Prevención de la Preeclampsia (PPP) en Mérida, Venezuela; y se desplegó en agosto de 2003. Es una modificación total de la versión anterior (SEPRE Sistema Experto para el Diagnóstico de la Preeclampsia), en la que, no sólo se actualizaron los conocimientos contenidos, sino que se creó un modelo innovador del motor de inferencias, que lo hace muy versátil, preciso, fácilmente actualizable y seguro. SEPPP provee las siguientes funciones educacionales: ayuda a la toma de decisiones médicas, el diagnóstico diferencial, consulta a la base de conocimientos y simulación clínica. Las cualidades de este sistema son:

- Guía al usuario a seguir apropiadamente los lineamientos y actividades del PPP.
- Apoya al diagnóstico de una o más enfermedades (DHE, sus factores de riesgo y sus complicaciones) y sugiere la

conducta adecuada.

- Diagnostica la ausencia absoluta de cualquiera de estas enfermedades.
- Halla algunos síntomas o signos atribuibles a cualquier causa exógena (diagnóstico diferencial).
- Advierte al médico que el paciente no cumple los criterios mínimos para algunas de las enfermedades y en este caso.
- Sugiere una reevaluación posterior ó sugiere referir al paciente a un especialista.
- Compila información en la base de datos para ser usada en el sistema de vigilancia epidemiológica y en proyectos de investigación.

El artículo está organizado de la siguiente manera: en la sección 2, se hace una breve reseña sobre los SE y algunos comentarios de su utilización en medicina, en la sección 3 se aporta la justificación para desarrollar el sistema con una breve visión de la magnitud del impacto de los DHE y se explican los objetivos y las actividades del PPP, en la sección 4 se describen los detalles técnicos del SEPPP, se analiza críticamente la significación y limitaciones del SE y los problemas metodológicos encontrados y en la sección 5 se comentan algunas conclusiones.

2 Los sistemas expertos

Los sistemas basados en el conocimiento, una de las aplicaciones de la inteligencia artificial, recopilan información acerca de un tema y, si esa información es dada por un experto humano, se llama SE (Cohen, 1989; Harmor, 1988; Hayes y col., 1983). El proceso de adquisición del conocimiento y de su estructuración adecuada se conoce con el nombre de Ingeniería de Conocimiento. Son herramientas de aplicación, basadas en la lógica y contienen un amplio conocimiento sobre un tema específico; su objetivo es tratar de emular la conducta de un experto en cuanto al razonamiento y toma de decisiones inherente a un campo cultural concreto (Moore, 1987). Ellos deben ser capaces de alcanzar, o al menos acercarse, al nivel de precisión del experto.

Los SE fueron desarrollados por primera vez por científicos en computación a mediados de los 60 (Aguilar y Rivas-Echeverría, 2001; Moore, 1987). La evolución desde SE con propósitos generales a propósitos específicos ocurrió con el desarrollo de DENDRAL por Feigenbaum en la Universidad de Stanford (Aguilar y Rivas-Echeverría, 2001; Ramírez, 1993; Sánchez, 1990). Desde mediados de los 70 muchos SE han conseguido aplicaciones comerciales. Las bondades que poseen los SE en función de poder recopilar la información que posee un experto humano sobre algún entorno en particular y poder sustituirlo en caso de ausencia, lo han hecho de gran interés para las industrias en las cuales existe personal altamente calificado que en cualquier momento puede dejar la empresa y dejar un vacío en las funciones que él realizaba (Ramírez, 1993; Rivas-Echeverría y col., 1994) En la última década se han utilizado los SE y los sistemas basados en conocimiento, junto con otras técnicas de la inteligencia artificial tales como re-

des neuronales o lógica difusa, para resolver problemas tales como identificación y control de procesos, reconocimiento de patrones, tratamiento inteligente de la información, etc. (Aguilar y Rivas-Echeverría, 2001; Rivas-Echeverría y col., 1994) Desde la década de los 80, los SE han sido ampliamente usados en medicina y radiología y se están incrementando numerosa y constantemente. Los SE en medicina son bases de datos y de conocimientos fundadas sobre datos de pacientes, búsqueda en la literatura y opiniones de expertos. Con estos sistemas es posible, por ejemplo, probar o tomar decisiones clínicas. Estos sistemas son empleados, entre otros usos, como documentación calificada y segura, como un instrumento de enseñanza, así como una base de conocimiento. La posibilidad de su uso en la aplicación de protocolos diagnósticos y para estudiar pacientes es particularmente atractivo. Los SE garantizarían la experticia de especialistas para estar disponible como un tutor de no especialistas tales como los médicos generales (Rivas-Echeverría y col., 1998). Son ideales para usarse en sistemas de telemedicina y podrían ser de inmenso valor en la optimización de las tareas a ejecutar en programas de salud pública, tales como: identificar factores de riesgo, tamizar apropiadamente la población, clasificar y estudiar pacientes, estandarizar, a la vez que individualizar las conductas, compilar información epidemiológica en su base de datos, etc. Muchas profesiones, incluyendo la medicina, tienen procedimientos operativos estándares para el desarrollo de sus tareas. En la construcción de SE, los ingenieros del conocimiento han explotado este hecho en divisar reglas heurísticas que mimetizan las prácticas estándares entre su personal. Muchos conocimientos médicos son heurísticos en naturaleza, por ejemplo un médico experimentado podría utilizar una regla en el diagnóstico tal como: "si los síntomas A y B están presentes entonces C es posible pero ciertamente no lo es D". Una base de conocimientos en medicina contiene la descripción nosológica de las enfermedades (Rivas-Echeverría y col., 1998).

Estructuralmente los SE pueden tener los siguientes componentes:

- La base de conocimientos, que contiene el material crudo del SE; las reglas y datos o hechos que representan la experticia.
- El motor de inferencias, es un programa de computación que tiende a resolver las solicitudes del usuario interactuando con la base de hechos y la base de conocimientos. Es la parte que contiene las estrategias de inferencia y control que utiliza el experto para la solución de los problemas. Selecciona, decide, interpreta y aplica el conocimiento de la base. Algunos, como el SEPPP, se basan en reglas del tipo Si-Entonces, que orientan o conducen las otras reglas a seguir y la conclusión diagnóstica o conducta.
- Interfaz, es el elemento que comunica al motor de inferencia las consultas realizadas por el usuario, y a éste último los resultados de la consulta.
- Editor de la base de conocimiento, es la herramienta me-

dante la cual el ingeniero de conocimiento alimenta a la base de conocimiento.

- Módulo de explicación, es un módulo a través del cual el sistema indica al usuario el proceso de razonamiento que siguió para llegar a la conclusión.
- Base de datos, el módulo que compila y almacena la información.

3 Programa de prevención de la preeclampsia (PPP) y magnitud del problema de los desórdenes hipertensivos del embarazo (DHE).

La preeclampsia, un DHE, es un grave problema de salud pública, según la Organización Mundial de la Salud. Es la primera causa de morbimortalidad materna y perinatal en el mundo, particularmente en los países subdesarrollados. Tiene alta incidencia, hasta del 13% del total de las embarazadas y es mucho mayor en las embarazadas de alto riesgo (primíparas, preeclampsia previa, obesidad, hipertensión, diabetes, nefropatías, hipertensión arterial crónica, raza negra, historia familiar de hipertensión o de preeclampsia, embarazo gemelar, lupus eritematoso sistémico, entre otros). Es la patología que genera los costos más altos en el campo obstétrico, genera altos costos debido a cesáreas, camas-días de hospitalización, complicaciones, incapacidad, muerte, ausentismo laboral, etc (Rivas-Echeverría, 2002). Se puede prevenir, el costo del tratamiento preventivo puede ser bajo, su disponibilidad puede ser global y prácticamente carece de complicaciones. No basta con el control prenatal para prevenir la preeclampsia, las curación puede ser total, siempre y cuando el diagnóstico y la indicación del tratamiento apropiado sea precoz, de esta manera también se reduce la incidencia de sus complicaciones, casi la totalidad de las embarazadas y, en particular las preeclámplicas, acudirán a la asistencia médica.

Debido a la importancia que tiene esta enfermedad en la morbimortalidad durante el embarazo, y particularmente en Mérida, Venezuela; hace 11 años, se creó e implantó el "Programa de Prevención de la Preeclampsia" (PPP) con la finalidad de ampliar y mejorar las acciones del Programa de Atención Materno-Infantil.

Sus objetivos generales son:

- Mejorar la atención integral de la paciente preecláptica y la embarazada que tenga alto riesgo para esta enfermedad.
- Reducir la incidencia de preeclampsia en el Estado Mérida.
- Reducir la morbimortalidad relacionada con la preeclampsia.

Sus objetivos específicos son:

- Diseñar, iniciar y consolidar un programa de educación para la salud a las pacientes y sus familiares, especialmente sobre los DHE, puericultura e instrucción dietética y de hábitos.
- Suministrar a las embarazadas con alto riesgo de preeclampsia un tratamiento preventivo.

- Propender al diagnóstico temprano de la enfermedad, mediante la selección de la población de alto riesgo y detección de nuevos casos en la población.
- Establecer pautas de tratamiento de la enfermedad y de sus complicaciones.
- Estimular la investigación clínico-epidemiológica en relación a los DHE.
- Impartir docencia y estimular a la formación del personal.
- Establecer un Sistema de Vigilancia Epidemiológica para los DHE y obtener un mejor conocimiento del problema de salud que éstos representan en el estado Mérida.

Lamentablemente, y a pesar de que las actividades del PPP son muy sencillas y los lineamientos diagnósticos y las pautas terapéuticas son de fácil aplicación, se ha podido comprobar que el cumplimiento adecuado, constante y preciso de las actividades a cumplir es excepcional. Casi la totalidad de los registros son mal llenados, ó sencillamente no son llenados, lo que impide el sistema de vigilancia epidemiológica. Las conductas tomadas por los médicos no son las del PPP, por lo que las pacientes son inadecuadamente diagnosticadas y tratadas. Sólo las personas que trabajan para el PPP cumplen adecuadamente las actividades del mismo. Cuando se hacen entrenamientos a los médicos, las tareas son cumplidas sin errores, pero al poco tiempo se olvidan de nuevo los lineamientos y se reinician los errores. Ante esta situación se planteó la creación de un SE para ser usado por los médicos del PPP. Se desarrolló SEPRE en 1998, pero representaba un serio inconveniente la actualización de las reglas. Eso justificó la creación de SEPPP.

4 Descripción y cualidades de SEPPP

4.1 Detalles técnicos.

El SEPPP fue desarrollado utilizando, como herramienta de programación, Visual Basic 6.0; bajo el cual se realizó el diseño de todas las interfaces que intervienen en el sistema, tanto con el médico operador como con las bases de datos. Éstas últimas están almacenadas en Visual Fox Pro 6.0. SEPPP consta de dos aplicaciones principales: El Editor de la Base de Conocimientos, alimentada por la información del experto y, la aplicación de Consulta y Diagnóstico, la cual guía al médico en la evaluación de la paciente. Un examen clínico especializado y estandarizado, que conforma la historia clínica y la ejecución del motor de inferencias permiten la emisión del diagnóstico y sugerencias pertinentes, asociados a la información procesada por el SEPPP. La aplicación de Consulta y Diagnóstico se encarga de enviar a la base de hechos toda la información relevante de la encuesta y de los resultados de la consulta médica.

La interfaz hombre-máquina, dada la herramienta de programación empleada, se presenta bajo ambiente Windows, de manera totalmente gráfica. Presenta menús de acceso a formularios, en los cuales están contenidos los controles tipo texto, selección única, selección múltiple, listas,

imágenes y botones que permiten la ejecución de procedimientos según lo requiera el usuario; la mayoría de ellos enmarcados dentro de fichas clasificadoras de la información y operaciones del sistema (Fig. 1). El sistema identifica a través del número de la cédula de identidad tanto el registro de las pacientes, como el de los médicos con permiso de acceso al sistema. Además, permite la inserción de nuevos registros de pacientes y usuarios del sistema.

Fig. 1. Fichas de la aplicación de consulta y diagnóstico

El Editor de la Base de Conocimientos se caracteriza, principalmente, por ofrecer al usuario la posibilidad de crear nuevas reglas de diagnóstico bajo un ambiente gráfico, amigable y de fácil uso (Fig. 2); capaz de identificar el tipo de ítem que conforma la regla, los modos de agrupación de expresiones, el uso de operadores lógicos y relacionales y el manejo de patrones de comparación predefinidos, de inserción manual (tipo texto o numérico) o de cálculo mediante fórmulas predefinidas, realizando de esta manera una supervisión paso a paso de la sintaxis de la regla, evitando la inserción de sentencias inválidas. Las reglas pueden escribirse en base a los ítems (variables) configurados previamente por el experto, estableciendo relaciones lógicas entre ellas para llegar a un resultado lógico final. Un ejemplo simple puede ser:

Regla:

SI ((Edad gestacional \geq 20 semanas O semanas postparto \leq 4 semanas) O (Edad gestacional < 20 semanas Y Embarazo múltiple O Mola hidatiforme O hidrops)) Y (Presión arterial sistólica \geq 140 mmHg O Presión arterial diastólica \geq 90 mmHg) Y Proteinuria Y NO Hipertensión Crónica Y NO Preeclampsia Severa ENTONCES preeclampsia leve

Si el resultado es Verdadero, se le asociará el Diagnóstico correspondiente (preeclampsia leve), si es Falso, tal Diagnóstico no aplica para su caso. La complejidad de la regla puede ser aún mayor. Junto a la creación de la nueva regla, el experto puede introducir al SEPPP el diagnóstico asociado a la misma, así como las sugerencias (plan diagnóstico o terapéutico) que él, como experto, emitiría en tal caso.



Fig. 2. Editor de reglas de la base de conocimientos

Como editor, con acceso restringido sólo al personal directivo del PPP, posee además la capacidad de modificar, eliminar y, simplemente visualizar las reglas del sistema, accedidas mediante botones de fácil navegación: inicio, atrás, adelante, final. Así como crear, modificar y borrar los ítems de la encuesta y su organización dentro de la misma, todo ello, bajo un esquema de ventanas. Los ítems, por su parte, están caracterizados por grupos de pertenencia, tipo de respuesta y modo de ingreso, relevancia, imagen asociada, entre otros. Cierta información almacenada en la base de datos, puede ser resultado de cálculos basados en fórmulas dependientes de ciertas variables, o datos obtenidos del examen clínico. Se incorporó un listado de esas fórmulas y ecuaciones en el Editor de la Base de Conocimientos; la cual, obviamente, se podrá incrementar según la necesidad. El usuario con permiso a acceder al Editor, podrá configurar ítems de tipo cálculo y asociarle la fórmula respectiva seleccionándola de la lista preestablecida, los datos resultantes serán presentados por el SEPPP al mismo momento de percibir los datos de entrada que requiere para ello. Así, por ejemplo, la fecha probable de parto de una paciente embarazada, el sistema la calculará e indicará dentro del ítem respectivo, en base a la fecha de su última menstruación; el índice de masa corporal (IMC) lo calculará en base a la talla y peso de la paciente.

Como medida de seguridad, el Editor puede ser accedido únicamente por personas autorizadas, pues está protegido por contraseña, lo cual garantiza que la base de conocimientos mantendrá almacenada sólo aquella información suministrada por expertos que cuenten con el permiso para ello.

Las aplicaciones "Consulta" y "Diagnóstico" son presentadas en un ambiente de fichas, en las cuales los ítems de la encuesta están clasificados por grupos, así como las operaciones de Diagnóstico y de Revisión de historias médicas de la paciente. Por su naturaleza basada en experticia, el SEPPP es capaz de desactivar ítems que no sean de pertinencia abordar durante la encuesta y, de esta manera, hacer la consulta sin riesgo de cometer errores inadmisibles e in-

virtiendo menos tiempo. El sistema registra sólo aquellos datos que el experto considere que sean importantes de conservar para su posible uso en consultas posteriores, lo cual es configurado para cada ítem en la base de conocimientos.

Las dos aplicaciones que conforman el sistema, ofrecen al usuario un menú de ayuda contentiva de toda la información referente a su uso, mediante la clasificación de las tareas y procedimientos que las mismas permiten realizar.

4.2 Funciones de SEPPP: En la introducción se mencionaron varias cualidades de funcionamiento del SEPPP, en las próximas líneas se presentan otras.

Algunas características únicas incluyen la realización de preguntas individualizadas para cada sujeto y la selección de información que va a ser adquirida, ambas basadas sobre respuestas a preguntas previas. Las recomendaciones son altamente específicas para la persona.

Se proveen facilidades educacionales usando la ayuda del sistema, la cual puede incluir definiciones y descripciones de los hallazgos tanto en el enfermo como en el sano, así como resúmenes que puedan definir las características clínicas y fisiopatológicas de todas las hipótesis diagnósticas. El sistema provee las siguientes funciones educacionales: ayuda a la toma de decisiones médicas, el diagnóstico diferencial, consulta a la base de conocimientos, descripciones del sistema y simulación clínica.

En el sistema el papel del interrogatorio, examen físico y pruebas (de laboratorio o estudios especiales) se enfatiza con el objeto de reducir el número de los procedimientos diagnósticos a ser aplicados. Pero por otro lado, advierte la necesidad inmediata de realizar las pruebas o procedimientos diagnósticos que son requeridos, en particular aquellos en las que el no realizarlas comprometan la vida de la paciente o la función de algún órgano, aparato o sistema.

4.3 Significación del estudio

La mayoría de los sistemas que ayudan a la toma de decisiones en medicina, han sido desarrollados en ambientes hospitalarios pero sólo pocos son diseñados para ser utilizados por médicos generales en ambulatorios. Se desconoce si algún SE se ha desarrollado para ejecutar las actividades de un programa de salud pública y un sistema de vigilancia epidemiológica. El presente trabajo es un SE para médicos generales o especialistas sobre los DHE. El SE es de fácil uso y orientado tanto a estudiante de pre o posgrado como a especialistas. SEPPP se está desarrollando para apoyar el aprendizaje independiente y toma de decisiones relacionadas con los DHE, mientras que el médico se encuentra activamente inmerso en la práctica clínica y cumpliendo actividades de un programa de salud pública y un sistema de vigilancia epidemiológica.

El óptimo uso del sistema podría reducir los costos médicos y no médicos de los DHE (procedimientos dia-

gnósticos, consultas especializadas innecesarias, terapia innecesaria, efectos indeseables de tratamiento, asociaciones medicamentosas perjudiciales, ausentismo laboral, traslados, etc.).

Servirá para introducir más el ya imprescindible uso de las computadoras como ayuda en la práctica médica y el proceso enseñanza-aprendizaje. En este sentido se pretende que el uso sea tan fácil que cualquier usuario aún sin conocimientos básicos de computación sea capaz de usarlo además de que la parte motivacional para su uso se garantizará ya que en este caso el uso de la computadora más que la meta es el medio para el aprendizaje en medicina.

Este sistema puede proveer asistencia en definir el diagnóstico y la terapia apropiada sobre la base del diagnóstico, gravedad, condiciones fisiopatológicas y discriminar si otra enfermedad coexistente y/o drogas que esté recibiendo el paciente pueda interactuar con el manejo. Puede advertir al médico acerca de las posibles interacciones de la terapia considerada para el DHE. En caso de contraindicaciones el sistema puede sugerir la terapia alternativa más apropiada, también advertir acerca de los exámenes de control para el seguimiento del diagnóstico y de la terapia prescrita, y además da las sugerencias higiénico-dietéticas indicadas.

4.4 Problemas metodológicos y limitaciones del SEPPP:

La nueva tecnología emergente de SE nunca reemplazará el criterio médico de toma de decisiones y solución de problemas, pero promete servir al médico como un "asistente inteligente". Además, el diagnóstico propuesto por estos SE puede, al menos, hacer reconsiderar al médico sobre su propio diagnóstico. Para poder garantizar la eficiencia del sistema, se amerita previamente un proceso riguroso de estudio sobre su confiabilidad. Se ha diseñado un riguroso estudio de validación del sistema a ejecutarse previo a su uso. El sistema actual no puede ser usado en telemedicina. Se está evaluando la posibilidad de desarrollar la Red de Telemedicina del Estado Mérida y dependiendo sobre sus características se procederá a diseñar el SEPPP definitivo que cumpla con los requerimientos de esta red.

Los SE son sistemas de información médica especializada y que deben completar los mismos criterios de éxito que cualquier otro sistema, como lo es su integración en la rutina diaria como una herramienta confiable. El sistema puede fácilmente actualizarse y adaptarse para otras tareas (ej. enfermedades). SEPPP está dedicado a la ayuda a diagnosticar y tratar los DHE, sus complicaciones y factores de riesgo. Este número es muy pequeño en relación a la inmensidad de enfermedades que existen por esta rama de la medicina, pudiéndose visualizarse las posibilidades de investigación y desarrollo en este campo.

Una de las ventajas que presenta el experto humano frente a un sistema experto es el sentido de las limitaciones. El experto humano tiene un conocimiento de sus posibilidades y sabe cuando se le presenta un problema que no es capaz de resolver; por ello, es importante que un sistema

experto también controle sus limitaciones. Un serio problema se refiere al uso de criterios de diagnóstico para el estudio de pacientes, ya que nunca se podrá clasificar adecuadamente a un paciente de esta manera. Sin embargo, este defecto no es propio de los SE ni de SEPPP sino de la necesidad de los médicos de crear estos criterios para facilitar el análisis del paciente y estandarizar su práctica.

5 Conclusiones

Se ha desarrollado un SE amigable al usuario que es una herramienta potencial para el diagnóstico asistido por computadora de los DHE y para ayudar a ejecutar adecuada y precisamente el programa de salud pública PPP. La factibilidad que tiene el sistema de que la experticia almacenada por el mismo sea editada y, las bondades que ofrece en la realización de encuestas guiadas para llegar a conclusiones médicas emitidas por experiencia programada bajo un ambiente de fácil uso, convierten al SEPPP en una herramienta computacional de futura aplicación en el área de la telemedicina y que podría ser usado en una red de telemedicina en el estado Mérida, Venezuela. El sistema fomenta el aprendizaje tutorial a la par de que se están llevando a cabo tareas clínicas directamente con pacientes. Se ha diseñado para tener facilitar el autoaprendizaje y para evitar los errores en la ejecución de las pautas, lineamientos y actividades del PPP. SEPPP combina las facilidades de un sistema experto tradicional para el diagnóstico clínico con varios módulos diseñados para propósitos educativos y una base de datos útil para registrar toda la información necesaria para ejecutar y evaluar el sistema de vigilancia epidemiológica. El SEPPP será evaluado en la práctica y, si prueba ser eficaz y preciso, presentar a los médicos esta nueva herramienta para ofrecer servicios médicos de alta calidad, estandarizados e individualizados.

Referencias

- Aguilar J y Rivas-Echeverría F, 1989, Introducción a las técnicas de computación inteligente, Meritec, Mérida, Venezuela.
- Cohen P, The handbook of artificial intelligence, New York, Addison Wesley.
- Harmor P, 1988, Expert systems: artificial intelligence in business, New York, John Wiley & Sons Inc.
- Hayes R et al, 1983, Building expert systems, New York, Addison Wesley.
- Moore R, 1987, Real-time expert systems in the information age, IEEE AI Expert.
- Ramírez J, 1993, Sistemas de control basados en conocimiento, Logiciel, Caracas.
- Rivas-Echeverría C et al, 1998, Expert system for the diagnosis of rheumatic diseases, Proceedings of the IASTED International Conference on Computer and Systems Applications, Irbid-Jordan.
- Rivas-Echeverría F; Rivas-Echeverría C y Arriaga A, 1994,

Utilización de los sistemas expertos en la medicina e ingeniería, Proceedings of the II Congreso Nacional de Informática Educativa, Mérida, Venezuela.

Rivas-Echeverría C, 2002, Programa de prevención de pre-eclampsia, Universidad de Los Andes.

Rodríguez W, 1992, Sistemas basados en conocimiento, Universidad de Los Andes.

Sánchez JP, 1990, Sistemas expertos: Una metodología de programación, Macrobit, México.