

## SISTEMAS EXPERTOS EDUCATIVOS EN MEDICINA : MECCA, UN EJEMPLO

Vivian Luchau

---

### RESUMEN

El objetivo de este documento es presentar una experiencia en el desarrollo de Sistemas Expertos en el área de medicina, específicamente para apoyar la enseñanza de anestesiología. Ofrece una introducción acerca de la Inteligencia Artificial y de los Sistemas Expertos y sus bondades tanto en educación como en medicina. Posteriormente describe el Sistema MECCA (Modelo Educativo Computacional para el Control de Anestesia). El artículo concluye con algunas consideraciones acerca de los Sistemas Expertos en Educación y Medicina.

### INTRODUCCION

La Inteligencia Artificial (IA) es un término altamente conocido pero quizás su concepto aún no es comprendido así como tampoco las implicaciones que puede tener en la informática y en las diferentes ramas del saber. La IA puede ser una revolución en estos campos.

Se podría definir "Inteligencia" como la capacidad de adquirir y usar el conocimiento, razonar y resolver problemas efectivamente. Solamente en esta definición podemos darnos cuenta de la trascendencia de la IA.

La "Inteligencia Artificial" se podría definir como la ciencia que reúne un conjunto de técnicas que permiten simular el proceso de decisión de los seres humanos con base en el conocimiento.

Algunas de las principales áreas de desarrollo en IA han sido: sistemas expertos, lenguaje natural, robótico, sistemas sensitivos, reconocimiento de patrones y programación automática.

Tal vez el área de la IA que ha alcanzado mayor desarrollo y éxito a nivel práctico ha sido la de sistemas expertos o sistemas basados en conocimiento.

Los sistemas expertos se basan en el conocimiento de un experto (base de conocimientos) y utilizan técnicas para resolver problemas (motor de inferencia), simulando así el razonamiento humano. En los sistemas expertos el conocimiento es independiente del motor de inferencia, lo cual permite modificar y complementar el conocimiento fácilmente.

La principal ventaja práctica que ofrecen los sistemas expertos es que utilizan el conocimiento de un experto en un área determinada para resolver problemas en localizaciones donde no se cuenta con la presencia de un experto o donde podría resultar muy costoso contar con uno.

Una de las ciencias donde se han aplicado los sistemas expertos ha sido la medicina, principalmente en el área de diagnóstico, puesto que las técnicas usadas por el médico experto en el proceso de diagnóstico coinciden con las usadas en los motores de inferencia.

De manera similar, la educación es un área en donde el uso de los sistemas expertos es muy significativo puesto que se constituyen en una herramienta que permite al estudiante (usuario final) practicar sus conocimientos sin ningún peligro y, adicionalmente, usar el conocimiento de un experto en una área determinada para perfeccionar sus conocimientos.

El uso de los sistemas expertos en educación médica puede ser una alternativa interesante, ya que se permite al médico practicar sus conocimientos sin el menor riesgo para el paciente. MECCA pretende hacer uso de esto.

### **Modelo Educativo Computacional para el Control de Anestesia M.E.C.C.A.**

MECCA es un sistema experto que fué desarrollado como tesis de grado en la Universidad de Los Andes en 1987 por Sara Croitoru y Vivian Luchau [1] para optar al título de Ingenieros de Sistemas y Computación. El Doctor Jorge Mejía, anesthesiólogo de La Universidad del Rosario, colaboró como experto en contenidos.

El objetivo de MECCA es ofrecer una herramienta educativa que permita, tanto al médico experto como al estudiante de medicina, practicar sus conocimientos en el suministro de anestesia en un paciente ficticio durante la simulación de una cirugía. Así el usuario puede reconocer los efectos de sus decisiones médicas sin los riesgos que esto supone en la vida real.

El objetivo del sistema no es enseñar al estudiante cómo determinar un plan anestésico sino permitirle aplicar sus conocimientos planteando él mismo el plan anestésico y observando el efecto que tiene sobre el paciente.

La contribución educativa que ofrece el sistema al estudiante es permitirle practicar un tipo

de razonamiento diferente al que utiliza en sus clases teóricas. Cuando el estudiante adquiere una serie de conocimientos teóricos utiliza un razonamiento que va desde las causas hasta las consecuencias (de la enfermedad a los síntomas), mientras que en el ambiente de trabajo el razonamiento es inverso, se reconoce la causa a partir de las consecuencias.

### **Descripción del sistema**

MECCA es básicamente un simulador. Por este motivo, está definido mediante una serie de estados en los cuales el paciente puede estar en un momento determinado. Es decir, el paciente es para el sistema el conjunto de los valores de las variables que lo definen.

Es decisión del experto determinar las variables clínicas y fisiológicas que definen al paciente (p. ej. tensión arterial, tensión sistólica) con el fin de hacer énfasis en un área determinada, dejando de lado las que en un momento dado no tienen tanta importancia.

Se trata de simular los cambios que se producen sobre las variables de estado del paciente durante un procedimiento quirúrgico determinado, causados por efectos de :

- la cirugía
- los cambios que haga el usuario en cuanto a la aplicación de anestésicos y oxígeno
- las drogas que le son administradas
- los líquidos que le sean aplicados.

Desde el punto de vista de técnicas de programación, MECCA es un sistema mixto que utiliza técnicas de control y de sistemas expertos.

Se implementaron dos modelos fármaco-cinéticos: el inhalado y el intravenoso, basados en modelos farmacocinéticas previamente definidos. Estos dos modelos por sí solos son estáticos, por lo cual requieren de un modelo que refleje los cambios producidos sobre las variables directas y la influencia de estas sobre otras variables. Este modelo, que podríamos llamar farmacodinámico, hace uso de una base de conocimiento que está expresado mediante reglas de producción.

Es importante tener en cuenta que el sistema tiene dos tipos de usuarios: el médico experto y el usuario final, un aprendiz de anesthesiólogo. Para el primero existen una serie de herramientas que le permiten definir el conocimiento y para el segundo, un simulador de un paciente.

El sistema consta básicamente de cuatro programas que hacen posible para su funcionamiento :

- Editor de tablas
- Editor del grafo de cirugía
- Editor de reglas
- Simulador

### **Editor de tablas**

Permite al usuario experto definir los elementos con los cuales va a trabajar el sistema. Estos están relacionados con el paciente mismo y con el tratamiento que se está llevando a cabo. Permite capturar información acerca de : las variables clínicas fisiológicas, los datos del paciente (edad, peso, sexo), drogas, líquidos, bases (anestésicos y oxígeno), eventos especiales (sangrado) y técnicas elementales (intubación).

### **Editor del grafo de cirugía**

Permite al usuario experto definir una cirugía cualquiera. Esta se define, para efectos del sistema, como un grafo donde los estados de la cirugía corresponden a los nodos y cuyas transiciones, ya sea por tiempo o por causa de un evento especial posible, corresponden a los arcos del grafo. Adicionalmente, cada estado tiene asociado un conjunto de reglas, las cuales corresponden al conocimiento quirúrgico.

### **Editor de reglas**

El conocimiento médico está definido al sistema mediante reglas de producción de la forma : SI «condición» ENTONCES «acción». Mediante este editor el experto puede definir las "leyes" que rigen el funcionamiento del sistema, tanto para la anestesia como para la cirugía. Las reglas contienen todo el conocimiento del experto anesthesiologo y el del médico, relacionado con la cirugía, como base para que ocurran los cambios de estado del paciente. Las leyes dan movilidad al sistema.

### **El simulador**

En términos generales, ofrece las siguientes facilidades al "usuario final", es decir, el estudiante.

Le permite determinar cuál es la cirugía a efectuar, la cual ha sido previamente definida mediante el editor del grafo de cirugía. Posteriormente, se presentan al usuario las variables del paciente, las cuales fueron definidas por el usuario experto. Se actualizan constantemente los cambios en dichas variables, tal como ocurre en la vida real, con el fin de que el estudiante pueda verificar las consecuencias o efecto que tienen las decisiones anestésicas que ha tomado.

El sistema permite simular lo que ocurre en una sala de cirugía. El paciente puede ser anestesiado ya sea utilizando anestésico inhalado o intravenoso. De igual manera, permite la aplicación de otras drogas que contribuyen al bienestar del paciente. Una vez que éste se halla anestesiado, se puede iniciar la cirugía. Constantemente se pueden aplicar drogas y anestésicos, así como realizar exámenes que permitan determinar el estado general del paciente y la profundidad anestésica.

En términos generales, el sistema MECCA ofrece al médico anestesiólogo las siguientes opciones : aplicación de drogas, suministro de anestesia y oxígeno, suministro de líquidos, ayuda en la ventilación así como uso de técnicas elementales . También permite detener temporalmente la cirugía cuando sea necesario, tal como ocurre en la vida real.

Paralelamente a la anestesia se hace la simulación de una cirugía (actualmente está implementada la apendicetomía). Las decisiones de anestesia son responsabilidad del anestesiólogo, mientras que lo que ocurre en la cirugía es controlado por el sistema. Sin embargo, la anestesia y la cirugía están ligadas puesto que ambas afectan al paciente.

El aspecto educativo más interesante del sistema es un módulo de registro de cambios producidos durante la simulación, el cual juega un doble papel: al usuario experto le permite validar y completar el conocimiento, mientras que al usuario final (estudiante) le permite determinar y entender las consecuencias de sus decisiones durante la anestesia.

## CONCLUSIONES

Los sistemas expertos ofrecen la ventaja de que el conocimiento está separado del programa. Esto facilita al usuario experto la validación y complementación del conocimiento. Esta característica es de gran importancia en el campo médico ya que el conocimiento es incompleto y no se puede asegurar su veracidad y completitud, está cambiando constantemente.

Por otro lado, los sistemas de control son apropiados para la implementación de modelos matemáticos. Sin embargo, su programación puede ser engorrosa para el experto y no permite modificar fácilmente el conocimiento. Adicionalmente, no es fácil expresar el funcionamiento del cuerpo humano en términos de fórmulas matemáticas [2].

MECCA es un sistema que está orientado fundamentalmente a educación, por lo cual se implementaron herramientas que facilitan al estudiante su proceso de aprendizaje, formalizando los conceptos y entendiendo los porqués.

Actualmente, el conocimiento en MECCA no está completamente validado. Sin embargo, permite al estudiante observar las relaciones de causalidad entre las variables; es decir,

aunque los valores de las variables de estado del paciente durante la simulación pueden no ser muy reales, se pueden observar claras relaciones entre ellas, elemento muy significativo desde el punto de vista educativo.

El sistema MECCA es un ejemplo de la aplicación de sistemas expertos en medicina. Con base en esta experiencia se podría concluir el siguiente:

- El proceso más complejo en el desarrollo de un sistema experto es la formalización del conocimiento que posiblemente sea empírico. Adicionalmente, en el área de la medicina modelar el conocimiento del cuerpo humano no es una tarea sencilla y menos en una situación especial como es la anestesia.
- Los sistemas educativos requieren de una interfaz amigable que permita al usuario involucrarse fácilmente con el sistema. Más aún cuando el sistema esté dirigido a usuarios médicos los cuales no tienen mucha experiencia en sistemas.

Actualmente el sistema está siendo convertido de Turbo Pascal 3.0 a Turbo Pascal 5.0.

MECCA no está concluido, posiblemente siempre pueda verse sujeto a modificaciones debido a la naturaleza de sus objetivos y al tipo de conocimiento que maneja ya que en medicina no se tiene la verdad absoluta.

## **REFERENCIAS**

[1] Croitoru Sara y Luchau Vivian. (1987). Modelo Educativo Computacional para el Control de Anestesia. Bogotá. Universidad de Los Andes, Tesis de Grado en Ingeniería de Sistemas y Computación.

[2] Croitoru Sara y Luchau Vivian. (1987). MECCA XIII Congreso Latinoamericano de Informática, Vol II, p. 760-776. Bogotá : ACCIO, UNIANDES, CLEI.