

Informática y salud

Pablo Ferrer Salvans, Lurdes Alonso Vallés

Unidad de Farmacología Clínica
Hospital "Príncipes de España"
Bellvitge (Barcelona)

Evaluación epidemiológica de una prueba diagnóstica: bases metodológicas de A.E.D.M.I.

Palabras clave: Evaluación de una prueba diagnóstica. Sensibilidad diagnóstica. Especificidad diagnóstica. Predictividad diagnóstica. Reconocimiento de patrones. Sistemas Expertos. Epidemiología clínica.

Resumen

Se efectúa una revisión de la metodología básica de evaluación de una prueba diagnóstica, basada en el teorema de Bayes; se exponen sus relaciones con la estadística multivariante, basándose en la metodología del reconocimiento de patrones. También se comenta el análisis y aprovechamiento de una base de datos por medio de la metodología de los sistemas expertos y se comenta el papel del proyecto AEDMI como síntesis de los métodos descritos.

El estudio de la evaluación de la información clínica y más concretamente del diagnóstico médico desde una aproximación epidemiológica tropieza con una serie de dificultades importantes; pero en cambio, es básico para poder abordar multitud de problemas todavía no resueltos y es esencial para comprender la evolución de la ciencia médica. La metodología introducida por A. Bradford Hill a partir de la aplicación de los métodos de investigación operativa al ensayo de medicamentos en los años 50 ha ido evolucionando: incorporando procedimientos de estadística, epidemiología, análisis de datos e informática; ha constituido una metodología compleja, para algunos definida como epidemiología clínica, para otros como metodología de los ensayos clínicos. De esta metodología hemos tomado una serie de puntos básicos, que son esenciales para el desarrollo del Proyecto AEDMI y que constituyen el camino para vertebrar la aplicación de la moderna Inteligencia Artificial a los problemas médicos.

Cada uno de dichos puntos puede alcanzar gran complejidad, pero en aras de la visión de conjunto y de su integración en el esquema general, vamos a exponerlos en una perspectiva adaptada al Proyecto A.E.D.M.I.

Esquema Elemental de Valoración de una Prueba Diagnóstica

Los valores obtenidos como resultado de una prueba diagnóstica pueden ser del tipo cualitativo, con respuesta si/no, enfermo/sano, o bien cuantitativo (por ej. glucemia). En este último caso vamos a suponer que ya se ha establecido un valor límite a partir del cual se puede decir que la persona está

enferma o sana. Si estamos evaluando un procedimiento complejo, considerado globalmente, podemos imaginarlo como una caja negra de la que valoramos sus resultados pero no sus componentes o contenido, y en tal caso adoptamos también una dualidad de posibilidades: resultado positivo o negativo.

Sentados estos criterios se puede establecer un procedimiento elemental de valoración, en que la disposición más simple consiste en una tabla de contingencia del tipo 2×2 . Una de las entradas es el resultado de la prueba diagnóstica, que admite dos posibilidades: Prueba (+) y Prueba (-), según que confirme o no la enfermedad. La otra entrada de la tabla se asigna al estado de salud, el cual debe de haberse establecido con una prueba distinta de la que estamos evaluando, para clasificar a los sujetos como enfermos o como sanos. Habitualmente se buscan los procedimientos más seguros para el diagnóstico, como pueden ser exámenes anatomopatológicos o bien la combinación de varios criterios. Así la tabla puede adoptar la siguiente disposición:

	Estado de Salud		
	Enfermo	Sano	
Prueba (+)	PV	PF	PV + PF
Prueba (-)	NF	NV	NF + NV
	PV + NF	PF + NV	TC

Donde las letras de cada casilla representan los efectivos correspondientes a:

PV = Positivos verdaderos.
PF = Positivos falsos.
NV = Negativos verdaderos.
NF = Negativos falsos.
TC = Total de casos.

Llegados a este punto hay que efectuar una prueba de X^2 . Si el resultado es significativo indica que existe una asociación entre los resultados de la prueba y el estado de salud. A partir de este instante empieza la interpretación del resultado. Si la prueba de X^2 es negativa, la distribución obtenida para la tabla en cuestión no permite concluir y debe abandonarse la interpretación. Supuesta la significación estadística pueden definirse sobre la tabla una serie de conceptos como son:

Sensibilidad

Viene dada por la relación entre el número de positivos verdaderos y el total E de Enfermos, que representa la probabilidad de tener la prueba positiva estando enfermo:

$$Se = PV / (PV + NF) = \Pr (P+ \in E)$$

Especificidad

Viene dada por la relación entre los negativos verdaderos y el total S de Sanos, que representa la probabilidad de tener la prueba negativa estando sano:

$$Sp = NV / (PF + NV) = \Pr (P - \in S)$$

Predictividad positiva

Expresión de la capacidad diagnóstica de la prueba; viene dada por la relación entre los positivos verdaderos y el total de positivos, que representa la probabilidad de estar Enfermo teniendo positivo el resultado de la prueba:

$$Pr+ = PV / (PV + PF) = \Pr (E \in P+)$$

Predictividad negativa

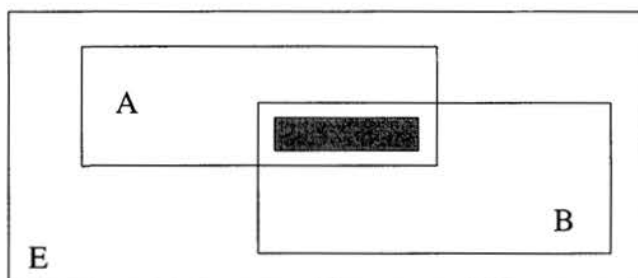
Expresión de la capacidad de exclusión de una prueba diagnóstica que complementa a la Predictividad positiva; relación entre los negativos verdaderos y el total de negativos, que representa la probabilidad de estar Sano teniendo la prueba negativa:

$$Pr- = NV / (NV + NF) = \Pr (S \in P-)$$

Es conveniente recordar que frecuentemente se confunden la sensibilidad y la especificidad con las predictividades, siendo en realidad conceptos muy distintos en cuanto a probabilidad. La inmensa mayoría de las pruebas clínicas se aplican ignorando el valor de estos parámetros. Se define como índice de exactitud al valor $PV * NV / PF * NF$ en porcentaje.

Teorema de Bayes

Permítase el inciso de la demostración de este teorema, conocido también como el de la probabilidad condicionada, ayudados por un diagrama de Venn. Sea E un conjunto de sucesos subdividido en otros dos, A y B, los cuales presentan



una zona de intersección. Tendremos:

$$\Pr (A) = A / E$$

$$\Pr (B) = B / E$$

$$\Pr (A \cap B) = A \cap B / E$$

$$(A \cap B / E) / (A / E) = A \cap B / A$$

$$\Pr (B/A) = \Pr (A \cap B) / \Pr (A)$$

$$\Pr (A/B) = \Pr (A \cap B) / \Pr (B)$$

Probabilidad de ocurrencia de un suceso sometido simultáneamente a dos condiciones:

$$\Pr (A \cap B) = \Pr (B/A) * \Pr (A)$$

$$\Pr (A \cap B) = \Pr (A/B) * \Pr (B)$$

$$\Pr (B/A) * \Pr (A) = \Pr (A/B) * \Pr (B)$$

$$\Pr (B/A) = [\Pr (A/B) * \Pr (B)] / \Pr (A)$$

A la probabilidad $\Pr(B/A)$ se le denomina probabilidad de B condicionada a la ocurrencia del suceso A y se conoce como probabilidad a posteriori, en comparación con $\Pr(B)$ o probabilidad de ocurrencia del suceso B sin ningún condicionamiento, que recibe el nombre de probabilidad a priori. Podemos continuar la demostración teniendo en cuenta que:

$$\Pr (A) = \Pr (A \cap B) + \Pr (A \cap \bar{B}) = [\Pr (A/B) * \Pr (B)] + [\Pr (A/\bar{B}) * \Pr (\bar{B})]$$

Sustituyendo en la fórmula anterior dará:

$$\Pr (B/A) = \frac{\Pr (A/B) * \Pr (B)}{\Pr (A/B) * \Pr (B) + \Pr (A/\bar{B}) * \Pr (\bar{B})}$$

Fórmula que nos da la probabilidad a posteriori de un suceso en función de la probabilidad a priori del mismo y de su complementario, así como de la probabilidad a posteriori del suceso condicionante.

Llegados a este punto podemos considerar:

Suceso A = tener una prueba diagnóstica positiva.

$\Pr (A/B)$ = Probabilidad de tener una prueba positiva estando enfermo = Sensibilidad.

$\Pr (B)$ = Probabilidad de estar enfermo = Prevalencia.

$\Pr (A/\bar{B})$ = Probabilidad de tener la prueba positiva estando sano = Complementario de tener prueba negativa estando sano = 1-Especificidad.

$\Pr (\bar{B})$ = Probabilidad de no estar enfermo = Complementario de la prevalencia = 1-Prevalencia.

$\Pr (B/A)$ = Probabilidad de estar enfermo teniendo la prueba positiva = Predictividad positiva.

Que en conjunto puede escribirse:

$$\text{Predictividad} + = \frac{\text{Sensibilidad} * \text{Prevalencia}}{\text{Sensib.} * \text{Preval.} + [(1-\text{Especificidad})(1-\text{Preval.})]}$$

Esta relación tiene una gran importancia y se olvida con mucha frecuencia.

Relación del Teorema de Bayes con las Pruebas Diagnósticas

De lo expuesto hasta ahora resulta que al valorar las pruebas diagnósticas tenemos las dos variables, estado de salud y resultado de la prueba, sobre las que definimos cuatro conceptos. La sensibilidad y la especificidad dependen de la objetividad de los criterios patrón y son dos propiedades características de la prueba que se aplica. La predictividad depende de la prevalencia de la enfermedad en la población en estudio.

Habitualmente la prevalencia de una enfermedad es una variable aleatoria resultante de muchas influencias que no vamos a discutir aquí; viene a representar la probabilidad que tiene un observador de encontrar un paciente, en forma análoga al clásico ejemplo de extraer una de las bolas blancas o negras de una urna.

Lo que se deduce de la fórmula anterior es que con una misma sensibilidad y una misma especificidad, una prueba diagnóstica puede ser más o menos predictiva en función de la prevalencia de la enfermedad en la población considerada.

Combinación de Pruebas Diagnósticas

En la práctica es raro que una enfermedad se diagnostique con una sola prueba. Se suelen realizar varias, con las que se mejora el rendimiento. Pueden combinarse:

- En serie*: Es decir el resultado de una prueba condiciona la interpretación de la siguiente, y se piden unas consecutivamente a las otras; por este procedimiento se aumenta la especificidad.
- En paralelo*: Los resultados se interpretan hasta cierto punto independientemente, y pueden pedirse todas las pruebas a un tiempo; según este procedimiento se aumenta la sensibilidad.

Habitualmente el médico, basándose en criterios diagnósticos condicionantes, transfiere al paciente desde la población general a una escala de subpoblaciones, a lo largo de la cual la prevalencia de la enfermedad es cada vez mayor. Este proceso se realiza intuitivamente y no es frecuente que se intente su cuantificación. En ocasiones se basa en leyes fisiopatológicas y conocimientos clínicos; otras veces en un puro empirismo.

Empieza en la historia clínica y sigue en una cadena de pruebas complementarias hasta que se considera alcanzado el escalón en que una prueba diagnóstica tendrá una supuesta predictividad del 100%. Cumplido este proceso, en la medida de lo posible, se establece el diagnóstico como conclusión. Por desgracia este esquema puede complicarse mucho en la

realidad porque el enfermo padezca simultáneamente varias enfermedades, por la interferencia de factores socioculturales, etc., de manera que se dificulta mucho su análisis. La situación también se complica cuando queremos analizar el papel de los componentes de una estructura diagnóstica compleja, el contenido de la "caja negra" cuando incluye variables no independientes en probabilidad (ver más adelante).

Valoración y Riesgos Estadísticos

Es conveniente establecer en una tabla de contingencia, similar a la descrita, los riesgos de clasificar, merced a la prueba, a los sujetos de experiencia en la población de sanos o enfermos.

	Enfermo	Sano
Prueba (+)	$1-\beta$	α
Prueba (-)	β	$1-\alpha$
	1	1

Es importante destacar que las poblaciones homogéneas se constituyen en sentido vertical. En sentido horizontal (*Predictividades*), intervienen simultáneamente las dos poblaciones, la de sanos y la de enfermos; por ello deben tratarse como probabilidad condicionada.

El riesgo α corresponde a los positivos falsos y supone el riesgo de que un sano pase por enfermo.

El riesgo β corresponde a los negativos falsos y supone la probabilidad de que nos pase por alto un enfermo.

La *sensibilidad* es la capacidad de la prueba para detectar enfermos y coincide con el concepto de potencia de la prueba.

La *especificidad* es la capacidad de excluir los sanos y coincide con el complementario de α que es la seguridad de la prueba.

Curvas de Sensibilidad-Especificidad / Valor del Índice

En el caso de índices diagnósticos de tipo cuantitativo es aconsejable construir gráficas en las que se representan curvas de sensibilidad y de especificidad frente al valor del índice. Ambas curvas evolucionan en sentido diferente y allí donde se cruzan es posible encontrar un valor óptimo del índice.

Adaptación del esquema descrito a las distintas situaciones reales

Existen numerosas experiencias científicas relacionadas con el problema del diagnóstico médico informatizado. El esquema, descrito en la metodología de evaluación, es válido si consideramos las pruebas una a una, situación que no siempre puede aplicarse a la compleja realidad. En el contexto del presente proyecto cabe distinguir tres niveles metodológicos para la resolución de estos problemas:

a) *Estadística uni o bivalente*

Tablas de contingencia

b) *Estadística multivalente*

Reconocimiento de patrones, análisis cluster

c) *Métodos basados en el conocimiento*

Sistemas expertos

Estadística bivalente: Tablas de contingencia

En la práctica clínica se utilizan gran cantidad de preguntas, hallazgos de exploración y datos complementarios analíticos con una concatenación intelectual diversa. Los hay que casi parecen un reflejo condicionado, mientras que otros implican reglas de conocimiento complicadas de tipo deductivo o bien otras representaciones. La realidad es que, pese a las enormes diferencias que hay en la interpretación de la frecuencia de los fenómenos en las expresiones de los médicos, son pocas las preguntas o maniobras de exploración de las que se conoce su sensibilidad, especificidad, o predictividad respecto a las distintas patologías a que pueden aplicarse. Tampoco se ha emprendido un estudio sistemático para conocer estas características, tal como se propone en el presente proyecto.

El conjunto de preguntas que constituyen el cuestionario-historia clínica forma el instrumento para valorar, de un lado, la distribución de las distintas variables anotadas en la población, y de otro los parámetros de evaluación descritos. Un trabajo sistemático en este sentido podría sentar las bases de un desarrollo posterior.

La aplicación a grupos conocidos de pacientes, como por ejemplo los de un hospital, permite vincular cada síntoma a unos diagnósticos, así como tomar como testigos recíprocos a los pacientes afectados de enfermedades absolutamente independientes (p. ej. un enfermo oftalmológico y otro digestivo). En este sentido el paciente afecto de un úlcus duodenal representaría el papel de sano para el que tenga una retinopatía y viceversa.

La metodología descrita en el apartado anterior, con la aplicación de tablas de contingencia y tomando como patrón el diagnóstico clínico tradicional, se aplicaría a cada uno de los ítems o apartados del cuestionario, al mismo tiempo que se efectúa un censo de los diagnósticos más frecuentes en cada órgano o sistema. Esta primera etapa es además imprescindible para la descripción y catalogación de la muestra.

Estadística multivalente: reconocimiento de patrones, análisis discriminante y análisis cluster

La estadística descriptiva o la bivalente normal no permiten resolver muchos de los problemas que se plantean en el terreno del diagnóstico médico. Los procedimientos basados en la aplicación del teorema de Bayes, cuando se aplican a situaciones con probabilidades compuestas y muchas variables, suelen dar resultados erróneos o muy complicados, por no darse la condición de independencia entre las distintas variables que han llevado a establecer un diagnóstico.

Este problema se suele abordar con la metodología de reconocimiento de patrones y con la aplicación de los métodos de la estadística multivalente. Cada diagnóstico se establece por la coincidencia de un conjunto de síntomas y signos que se agrupan en torno a él. A este conjunto se le puede denominar 'patrón diagnóstico'.

En la práctica se utilizan numerosos patrones o criterios que no han sido analizados estadísticamente. Si bien son frecuentes las publicaciones que abordan cuantitativamente esta problemática, son pocas las que plantean el problema global y sistemáticamente.

El reconocimiento de patrones tiene implicaciones muy profundas, tanto en el aprendizaje como en la vida de relación (factor de forma o "gestalt" de los autores alemanes) y tienen gran importancia en el acto médico (el "ojo clínico").

En este apartado nos limitaremos a utilizar las reglas de tratamiento estadístico para el reconocimiento de patrones, sabiendo que no coinciden con los sutiles mecanismos que usa el conocimiento humano. Les concedemos un gran valor por la ayuda que pueden suponer en la racionalización y análisis de los problemas diagnósticos, al permitir el tratamiento informatizado de bases de datos con muchas variables. El empleo de ecuaciones multidimensionales permite llegar a reglas de decisión a las cuales no se está acostumbrado en medicina y que suponen un nuevo campo por explorar.

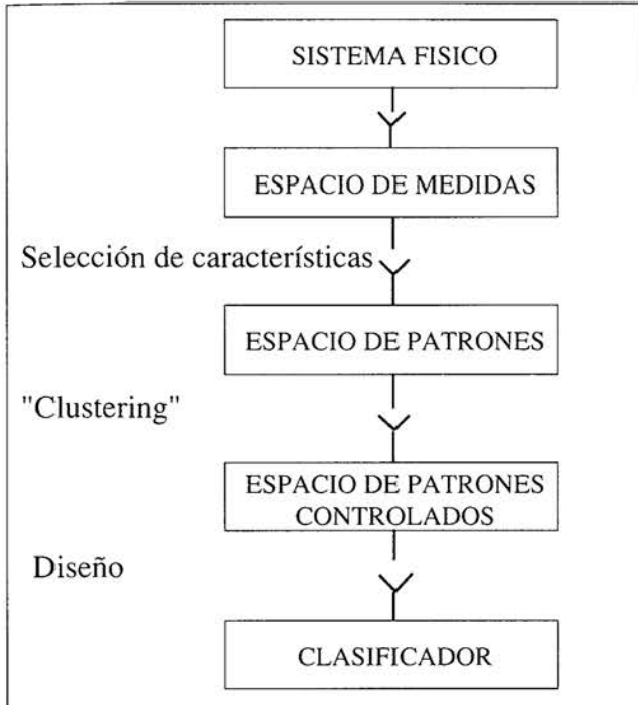
Esquema técnico de reconocimiento de patrones

La técnica del reconocimiento de patrones puede descomponerse en dos etapas:

- a) Elaboración y diseño de un clasificador.
- b) Aplicación de un clasificador.

Se entiende por clasificador un conjunto de criterios o de reglas que pueden expresarse por medio de algoritmos o expresiones numéricas para definir un conjunto de variables y su forma de asociarse en torno a un resultado diferenciado. En esta descripción seguimos las ideas de Escudero (83) y de Bernardo (84), si bien deseamos recordar que el clasificador definido de esta manera puede no coincidir con el que elaboraría un médico al establecer los criterios diagnósticos, equivalente a un "clasificador" clínico.

Creemos de gran interés el abordar sistemáticamente las



diferencias entre ambos tipos de clasificadores, que es uno de los objetivos de este proyecto.

Establezcamos el siguiente esquema de diseño de un clasificador:

El sistema físico constituye el espacio muestral sobre el que se reclutan variables y se efectúan mediciones. Dado que habitualmente es imposible utilizar todas las características o variables de las que disponemos de medidas, se procede a una selección de aquellas que aportan algo relevante para alcanzar la clasificación.

La selección de características puede efectuarse de varias maneras. Una de las metodologías utilizadas es la aplicación del análisis discriminante a una muestra controlada. El diseño de la función discriminante en los modernos programas estadísticos dispone de varias opciones.

Algunas son automáticas, ya sea en sentido ascendente o descendente, correspondiendo al investigador fijar los parámetros de variabilidad del sistema. En este caso el ordenador elimina o introduce variables hasta que no se modifica significativamente la capacidad de la ecuación para discriminar entre las clases previamente definidas.

Otras opciones, en cambio, permiten que el investigador establezca arbitrariamente, según sus criterios, las variables que habrán de formar parte de la ecuación y el programa calcula entonces la capacidad de discriminación. En este caso se pueden introducir criterios extraestadísticos en la selección de variables y evaluar sus capacidades. Nos encontramos de nuevo en un punto que se presta a la comparación de dos métodos distintos.

Hasta ahora hemos supuesto que en nuestra muestra controlada disponíamos de unas clases bien diferenciadas (los

diagnósticos) y de unas variables (los síntomas y signos relacionados con ellas). En la práctica, sin embargo, existen frecuentemente características que no cuadran bien con ningún diagnóstico. El clínico experimentado suele aprender a no tenerlas en cuenta y constituyen por ello un importante volumen de información no explorado.

Otro de los objetivos de este trabajo es analizar las agrupaciones naturales de síntomas y signos, incluidos aquellos que clínicamente no encuentran interpretación, e investigar en torno a qué diagnósticos se agrupan o qué nuevos patrones constituyen.

Las agrupaciones definidas con el análisis cluster, métodos bayesianos o discriminantes forman conjuntos de variables que dejan fuera a aquellas que no influyen en el resultado de la función ensayada. Esto puede interpretarse en cierto modo como un criterio de independencia frente a las variables excluidas y considerar a las elegidas como un bloque. A los patrones así constituidos se les pueden aplicar los criterios de sensibilidad, especificidad y predictividad antes mencionados para variables aisladas.

Elaborados así distintos tipos de clasificadores, se pasa a la etapa de aplicación, la cual puede proceder según dos métodos:

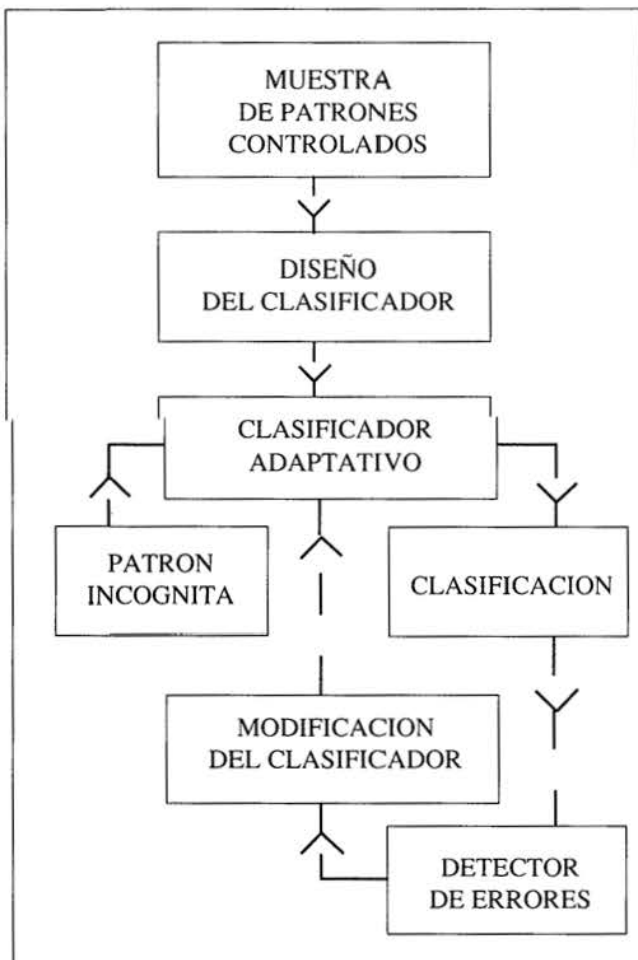
- De clasificador fijo.
- De clasificador adaptativo.

En el método de *clasificador fijo*, cuando aparece un conjunto problema se contrasta con el clasificador. Por ejemplo, se sustituyen en la ecuación discriminante los valores de las características del patrón incógnita y según el resultado se decide la clasificación. Los datos aportados por el nuevo caso no modifican los que sirven de base al clasificador que permanece invariable. El proceso puede representarse con el siguiente esquema y la analogía subyacente:



Con este método la aplicación de unos criterios fijos a un patrón de síntomas permitiría llegar al diagnóstico.

Cuando se utiliza el clasificador adaptativo, el sistema es capaz de un "aprendizaje", o cuando menos de ir modificando con la práctica la matriz de probabilidades que lo compone (en el próximo apartado se discutirá esta problemática con otras perspectivas). El esquema de funcionamiento sería el siguiente:

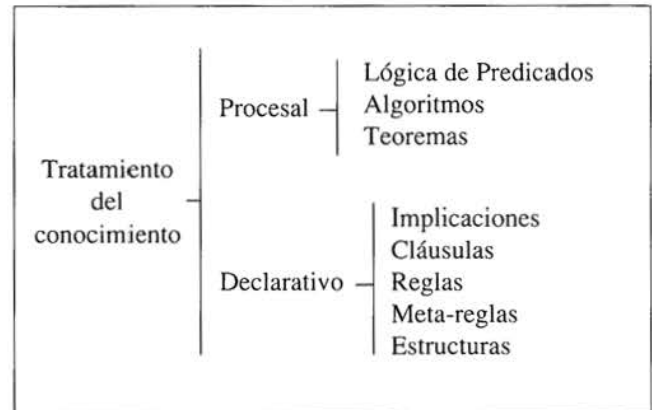


La asociación de un detector de errores y de un modificador del clasificador se efectúa por procedimientos estadísticos, métodos bayesianos, de estimación, etc., si bien constituye también una puerta abierta a la intervención de un experto.

Métodos basados en el conocimiento: Sistemas expertos

En el momento actual existen numerosos sistemas expertos de aplicación a la Medicina, tantos que ya es difícil efectuar una relación de los mismos. Algunos han comercializado el núcleo común, el motor que materializa su fun-

cionamiento, lo cual hace previsible una expansión notable de este tipo de programas en los próximos años. Si representamos esquemáticamente los procedimientos de tratamiento informático de los conocimientos tendremos:



Lo descrito en los apartados anteriores correspondería al tratamiento procesal, por medio de técnicas de análisis de datos, procedimientos estadísticos, algoritmos, etc. Ahora hablaremos de los métodos basados en la Inteligencia Artificial (AI), que utilizan procedimientos de programación de tipo declarativo.

Habitualmente los procedimientos matemáticos se aplican poco a la medicina clínica, a pesar de la importante contribución que han aportado al progreso de las ciencias básicas. Aunque en los últimos años se investiga abundantemente en este terreno, no es la forma de trabajo habitual en clínica.

Los médicos suelen desconfiar de estos procedimientos aunque los utilicen en sus publicaciones. Cuando aparece un programa informático que ofrece una lista de diagnósticos ordenados según sus probabilidades, le reprochan la falta de explicaciones, la ausencia de un razonamiento causal. Ello es debido a que un razonamiento probabilístico raramente permite adoptar una decisión trascendente en medicina, confiarle la vida de un paciente.

Evidentemente que en los árboles de decisión en medicina se llega a nodos puramente aleatorios, pero al escoger entre una y otra de las posibilidades se tienen en cuenta no sólo las probabilidades de cada resultado, sino también las de las reglas de pensamiento que puedan soportarlos y las de su verosimilitud. Esta complejidad hace que la medicina sea un campo de investigación privilegiado para los sistemas expertos basados en la inteligencia artificial, capaces de decidir en un contexto de incertidumbre y de dar explicaciones parecidas a las que daría un experto humano.

En el estado actual de la cuestión es difícil decidirse por un sistema experto que sea aplicable a todos los campos de la medicina.

El proyecto que aquí se expone tiene la ventaja de utilizar una aproximación epidemiológica para la primera fase de elaboración, consistente en la recogida de datos y definición de

objetivos, lo que se refleja en el cuadrante superior derecho del siguiente esquema, que representa un modelo de sistema experto, en una de las concepciones que actualmente goza de aceptación más general:



Al mismo tiempo se irán perfilando los componentes de la segunda fase, de elaboración de reglas y meta-reglas, que permitan transformar la base de datos en una base de conocimientos, lo que se esquematiza en la parte izquierda.

Ya hemos dicho que existen en el mercado motores de inferencia acreditados que funcionan en LISP, PROLOG, OSP, FORTRAN e incluso en BASIC. Los sistemas expertos se están aplicando no sólo a la medicina, sino también a campos metodológicos como pueda ser la estadística (85). En el contexto del presente proyecto cabe la elaboración de uno que utilice reglas propias de la epidemiología clínica.

La contribución al desarrollo de un sistema experto se in-

iciaría tanto a partir del cuestionario-historia clínica que se propone, como de la hoja de evaluación de resultados, por medio de la cual se asocian los síntomas con los diagnósticos y con las formas de representación del conocimiento que los han generado.

La aproximación epidemiológica permitiría conocer qué tipo de representaciones se asocian a cada diagnóstico y su variabilidad en relación a hospitales, escuelas médicas, etc.

En la primera etapa del proyecto se establecen los datos de la memoria de trabajo y las reglas y meta-reglas iniciales del cuestionario-historia clínica, haciéndola coincidir con la primera fase del desarrollo del sistema experto.

En la segunda etapa se establecerán las conexiones en serie con los procedimientos específicos, es decir, la Historia Clínica a elaborar por cada Especialidad Médica, haciéndola coincidir con la segunda fase del desarrollo del sistema experto.

Estos modelos se han utilizado tanto para la ayuda diagnóstica como para los tratamientos o monitorización, de lo que hay numerosos ejemplos.

En la bibliografía consultada no existen publicaciones sobre trabajos similares al propuesto y no tenemos conocimiento de que se estén llevando a cabo. El estudio sistemático de la sensibilidad, especificidad y predictividad de las preguntas o de las pruebas clínicas corrientemente utilizadas es una tarea pendiente y cuya falta dificulta en gran manera el progreso. El enfoque epidemiológico y multidisciplinario tampoco es una orientación habitual.

Queremos destacar lo importante que es que un Hospital como el de Bellvitge cuente con esta metodología y pueda trasladar su elevado potencial humano y científico a la disponibilidad y ubicuidad que le conferiría la informática a través de un sistema experto. Actualmente los hospitales están preparados para aceptar este reto y lo deben afrontar con decisión.

Bibliografía

Véanse las referencias en el trabajo anterior.