

Redes bayesianas y estrategia comercial: estimación del valor del producto para el cliente

Patxi Ruiz de Arbulo López¹, Pablo Díaz de Basurto Uraga¹

¹ Dpto. de Organización de Empresas. Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Bilbao. Universidad del País Vasco. Alda Urquijo s/n. 48013 Bilbao. patxi.ruizdearbulo@ehu.es, pablo.diazdebasurto@ehu.es

Palabras clave: Valor de la empresa, Valor para los clientes, Factores críticos de éxito, Redes bayesianas dinámicas.

Resumen

La información que, sobre la respuesta de los clientes ante un producto, tenga una empresa es fundamental para definir, primero su Estrategia comercial y, luego, la de Producción. Si el objetivo es la creación de valor, ambas estrategias deben incardinarse con las de la empresa para su optimización. Este trabajo presenta una metodología novedosa para determinar el valor que tiene un producto para sus potenciales compradores. Para ello se simula su comportamiento a la hora de su decisión por medio de una Red Bayesiana Dinámica y se integran los resultados con los objetivos de diseño del proceso productivo, con el fin de optimizar la gestión integral. Los resultados obtenidos en este trabajo permiten intuir una línea eficiente de progreso en este entorno.

1. El valor de la empresa y el valor para los clientes

La teoría clásica ya resaltaba la obtención de resultados como objetivo prioritario de las empresas. Posteriores refinamientos ha derivado hacia la incorporación de un criterio más amplio al que se ha denominado creación de valor.

El concepto de valor tiene una elevada componente de subjetividad. Esta asociado a la satisfacción de unas necesidades. Y son necesidades de alguien. Por tanto, cuando se habla de creación de valor es necesario aclarar para quien se crea ese valor. Hay dos grandes líneas de opinión. La de los que propugnan que el objetivo es la creación de valor para los accionistas o propietarios y la de quienes defienden la creación de valor para los denominados *stakeholders*, o grupos de interés: clientes, empleados, accionistas, etc.

Este último planteamiento se asocia, en buena medida, con una perspectiva empresarial basada en la Teoría de los Contratos (Hart y Holström, 1985)

La perspectiva de largo plazo, básico en una actividad empresarial, es relevante en esta discusión teórica, por cuanto, es difícil imaginar situaciones empresariales de larga duración en las que se pueda mantener una retribución elevada de los propietarios sin que eso se derive de una notable satisfacción de los clientes y de un comportamiento eficiente de los empleados.

Bajo este enfoque, al objetivo de creación de valor de la empresa, sobre el que hay pocas discrepancias, se superpone el del adecuado reparto del valor creado entre los diferentes grupos de interés: clientes, empleados, accionistas y, en último extremo, la sociedad en su conjunto.

Ahora bien, una empresa crea valor, cuando con el transcurso del tiempo, la diferencia entre el Valor final y el inicial es positiva. La empresa vale más al final que al principio del periodo de tiempo considerado. Como bien económico que es, el valor de la Empresa está asociado, entre otras variables, a los resultados futuros esperados. Cuanto mayores sean estas expectativas, mayor será su valor. La empresa crea valor cuando las expectativas de resultados futuros mejoran.

En los resultados futuros juegan un papel importante las previsiones de ingresos derivados de las ventas a sus clientes. Pero los clientes optan entre productos alternativos, cuando los hay, y deciden en función de su capacidad para satisfacer sus necesidades. Se quedan con aquellos que mejor, en conjunto, las satisfacen y, en definitiva, los que más valor tienen para ellos. Los clientes introducen una valoración de los productos, adquiriendo, caso de hacerlo, aquel al que asignan un mayor valor. Se habla de *Customer Value* o Valor para el cliente

El Valor de la Empresa queda así asociado al valor de sus productos para los clientes (Huber et al, 2001). De nuevo aparece, en la práctica, la conexión entre el valor de la empresa y el de sus *stakeholders*. La definición de una estrategia empresarial de creación de valor estaría interesada en conocer el valor de sus productos para sus clientes, a fin de optimizar sus resultados.

2. Los Factores Críticos de Éxito

La valoración de los clientes estará vinculada, por lógica, a aquellas características que contribuyen más a satisfacer sus necesidades. Sólo si los productos de la empresa presentan esas características en grado suficiente, y en todo caso, por encima de las de sus competidores, serán atractivas para los clientes quienes tendrán interés en adquirirlos, incidiendo en los resultados de aquella. Son garantía de compra y de valor. Son, por tanto, pues sus Factores Críticos de Éxito, (FCE's). Si el producto los tiene, la empresa tendrá ingresos por su venta, si no los tiene la empresa fracasará como tal.

Para que el producto tenga esos FCE's los debe incorporar a lo largo del Proceso de Fabricación. Por tanto, todo el diseño de la estructura productiva de la empresa, desde la Ingeniería de Diseño, hasta la de Producción, pasando por la política de Compras, debe tener en consideración la importancia de dichos Factores. Si la calidad es un FCE's, no se deben adquirir materias primas deficientes.

Ahora bien, cada cliente tiene sus propios FCE's y además varían con el tiempo. Ante un escenario de estas características y para el mejor cumplimiento de sus objetivos, la Empresa desearía saber cuál es el criterio de valoración que utilizan sus clientes cuales son las razones del cambio, y cual es el impacto de los cambios, para así ajustar mejor su producción a la demanda.

El método tradicional de conseguir esa información ha sido el análisis de mercado y las encuestas. Pero los avances experimentados por la tecnología abren la puerta a métodos alternativos. Una solución podría ser la simulación del comportamiento de sus clientes sobre la base de las experiencias históricas de compra.

3. El modelo de decisión de los clientes

El punto de partida de la lógica conceptual del modelo sería el hecho de que los productos fabricados son objeto de valoración por parte de los clientes y dicha valoración, siendo subjetiva, está en relación directa con la capacidad de satisfacción de sus necesidades.

Ello quiere decir que la valoración que hacen los clientes del producto está basada en los FCE's. Por lo tanto su Función de Utilidad, en este caso el Valor que le asignan, debe ser una función de dichos FCE's.

La Función de utilidad tiene su expresión gráfica más conocida en las denominadas líneas de Indiferencia, entendidas como el lugar geométrico de los puntos que tienen la misma Utilidad. La representación gráfica del conjunto de líneas de Indiferencia permitiría visualizar la distribución espacial del valor para ese cliente. Se trata ahora de identificar la Función de Utilidad a través de la obtención las líneas de indiferencia del cliente, en términos de valor, respecto a los FCE's. Y para ello es necesario seguir el proceso de decisión del cliente.

A la hora de tomar su decisiones de compra este conoce, aunque sea a nivel estadístico, los FCE's de cada fabricante y en base a ellos toma decisiones que, en principio, se supondrán racionales. De acuerdo con esta premisa, sus decisiones se relacionan directamente con su interpretación del valor aportado por cada una de opciones alternativas que tiene ante sí: los productos de los diferentes fabricantes.

Por tanto, para cada conjunto de FCE's el cliente establece una función que los pondera convenientemente a fin de determinar el valor creado y, como consecuencia de ello, tomar su decisión, es decir:

1) Crea su propia Función de Utilidad:

$$V = F(\text{FCE}_i) \quad (1)$$

y, luego,

2) La aplica a los productos de los distintos fabricantes y maximiza su Valor,

$$\text{Max } V_j = F(\text{FCE}_{ij}), \quad (2)$$

Donde i representa a los diferentes FCE's y j representa a los productos de los diferentes competidores.

Para poder llevar a cabo esta comparación, el cliente debe establecer alguna correspondencia entre todos y cada uno de los FCE's con el valor. Dicho de otra forma, debe ponderar la combinación en base a la valoración subjetiva que para él tiene cada uno de esos FCE's. Así, por ejemplo, puede concluir que, si la calidad es inferior a un cierto umbral, el producto no tiene valor alguno para él.

La evidencia manifiesta que este proceso de optimización no acaba siempre, en una decisión de compra. En efecto, una vez efectuada la valoración, el cliente adopta su decisión de compra o rechazo y cabe suponer que esta decisión estará directamente relacionada con la valoración efectuada. La cuestión que ahora se plantea es cual es la lógica subyacente en la decisión última de comprar o no hacerlo.

Parece lógico suponer que, en definitiva, si la valoración es alta o supera un cierto umbral, la decisión será de compra y si, por el contrario, es inferior a ese umbral la decisión será de no comprar. La cuestión ahora es cómo define el umbral.

A la hora de adquirir un producto y pagar un precio, un cliente sabe que, al tomar su decisión está decidiendo entre dos opciones básicas, satisfacer sus necesidades ahora o aplazarlas para mas adelante. Si compra ahora lo hace porque considera que las condiciones actuales le son más favorables que las del futuro. Si no lo hace, considera lo contrario, pero se guarda su dinero, es decir, el precio que debía pagar por el bien. Luego el criterio de comparación entre ahora y el futuro es el precio. Y sobre él establece su umbral de decisión.

Con base en sus necesidades establece cual es el valor de cada producto y puede determinar el diferencial entre el precio y el valor. Si el precio está por debajo de lo que es el valor del producto, el cliente se apropia, con la adquisición, la renta derivada de esa diferencia. En estas condiciones, además de satisfacer sus necesidades inmediatas, se queda con un remanente para la satisfacción de necesidades futuras, lo que hace más atractiva la adquisición. Cuando

el precio está por encima del valor y si pagara el precio establecido, el cliente disminuiría su capacidad de satisfacer sus necesidades, perdiendo opciones de consumo en el futuro, mientras que si precio y valor estuvieran equilibrados, el cliente cambiaría valor, sin que en la operación tuviera ventajas económicas apreciables.

De acuerdo con este razonamiento, las expresiones (1) y (2) debieran verse completadas con la condición adicional de que

$$p_j \leq V_j \tag{3}$$

donde p= precio y V= valor

expresiones en las que el índice j representa el conjunto de competidores.

En definitiva, la decisión de compra se concreta en el producto que se maximiza el valor de entre aquellos que cumplen con la condición (3) de superar su propio precio.

Y si este es el razonamiento subyacente en la decisión de compra, se trata ahora de intentar replicar este comportamiento a nivel de modelo matemático para la toma de decisiones.

Para un Proceso de Fabricación dado, los resultados obtenidos, en términos de FCE's, son variables aleatorias que dependen de las características de los insumos, de la disponibilidad de la máquinas, del estado de los utillajes etc. Por tanto, la valoración del clientes será otra variable aleatoria resultado de la interacción, más o menos complicada, de las que representan aquellos Factores. También debe suponerse que existe una cierta relación entre variables FCE's. ya que, al ser limitados los recursos puestos a disposición de la Producción, unos FCE's influyen sobre otros. Más calidad significa, habitualmente, mas precio.

Por tanto, el proceso de decisión de cada cliente puede ser representado por un conjunto de las variables aleatorias, dependientes o no, que explican el comportamiento de cada cliente, medido en términos de decisión de compra o de rechazo. (Figura 1)

Por el momento se suprime la comparación con los diferentes productos competidores puesto que a efectos del comportamiento del cliente y de cara a la identificación de su Función de valor, la clave se sitúa en la identificación de cuando el producto le es atractivo y en qué medida lo es.

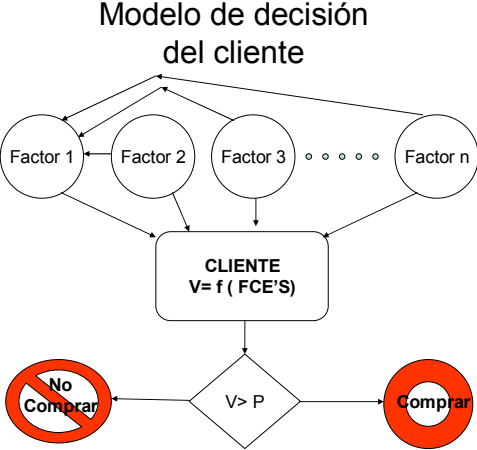


Figura 1 : Diagrama de valoración

Por tanto, dentro de las premisas establecidas, el modelo de decisión del Cliente puede ser asimilado a una Red bayesiana y, en consecuencia, todos los conceptos detallados en el apartado siguiente pueden ser de aplicación a la evaluación de si su decisión será o no la de adquirir el producto y, consecuentemente, para la determinación del valor para el cliente de cada uno de los productos.

4. Redes Bayesianas Dinámicas.

Las Redes Bayesianas constituyen un tipo de Modelo de Redes Probabilísticas construido a base de Grafos dirigidos acíclicos (Castillo, 1996). El condicionamiento de aciclicidad se introduce con el fin que no se produzcan influencias de un nodo/variable sobre sí mismo. Con este tipo de Redes se incorpora una gran capacidad para realizar inferencias bidireccionales lo que les ha llevado a constituirse en procedimiento más utilizado en los problemas de incertidumbre en la Inteligencia Artificial.

Los nodos de una Red Bayesiana representan variables aleatorias que se proponen como relevantes en el ámbito del problema. A su vez, las aristas o enlaces representan dependencias, correlacionales o causales, existentes entre dichas variables

Como sucede en la mayoría de los problemas reales, no todas las relaciones de una determinada Red Bayesiana tienen igual intensidad y cada una de ellas queda cuantificada mediante el concepto de probabilidad condicional. Cada variable de la Red está representada mediante una Función de Distribución. Dicha Función queda recogida habitualmente en una Tabla de Probabilidades Condicionadas, que representa las probabilidades condicionadas de dicha variable, dada la existencia de sus nodos Padre.

De este modo, la Red Bayesiana soporta el cálculo de probabilidades a posteriori de cualquier subconjunto de variables, dada una evidencia compuesta por cualquier subconjunto de variables.

La aplicación del Teorema de Bayes a este tipo de redes elimina la necesidad de disponer de un único punto de entrada de conocimiento evidencial y garantiza la existencia de un único conjunto de conclusiones, cualquiera que sea la dirección de la inferencia.

Los enlaces de la red representan relaciones causales reales que existen entre las variables que componen el ámbito del problema y no meros flujos de información. De este modo, las Redes Bayesianas soportan procesos de razonamiento en los que la información puede propagarse en cualquier dirección.

En consecuencia, y como ya se ha indicado anteriormente, la obtención de conclusiones puede plantearse en cualquier dirección. Esta característica es especialmente difícil de modelar de una forma natural en los sistemas basados en reglas o redes neuronales (Pearl, 2000)

Todo Modelo de Red Probabilística tiene como objetivo fundamental representar, explícita o implícitamente, la distribución de probabilidad conjunta de todas y cada una de las variables que componen el ámbito del problema o, lo que es lo mismo, representar la probabilidad de cada uno de los posibles eventos que pueden darse en el sistema modelado, probabilidades que quedan definidas en base a los valores que puede adoptar cada una de esas variables.

Por lo general, el número de eventos posibles presenta una acentuada tendencia exponencial en el número de variables y en el número de estados de dichas variables lo que habitualmente lleva a desaconsejar la utilización de este tipo de modelos.

Sin embargo, las Redes Bayesianas consiguen compactar el conocimiento necesario para, representar la mencionada Distribución de Probabilidad Conjunta. Por eso, algunos autores proponen la siguiente definición de Red Bayesiana (Castillo, 1996)

El par (D, P) donde D es un grafo dirigido acíclico, $P = \{ p(x_1/\pi_1), p(x_2/\pi_2), \dots, p(x_n/\pi_n) \}$ es un conjunto de n funciones de probabilidad condicional, una para cada variable y π_i es el conjunto de padres del nodo X_i en D . El conjunto P define una Función de Probabilidad asociada mediante la factorización

$$p(x) = \prod p(x_i/\pi_i) \quad (3)$$

De este modo, y dado que, por lo general, el número de Padres de cada nodo se mantiene limitado, el número de parámetros requeridos para representar la Distribución de Probabilidad Conjunta crece linealmente con el tamaño de la red, mientras que la Distribución de Probabilidad en sí misma crece exponencialmente

Esta es una de las razones razón por la cual las Redes Bayesianas se convierten en una atractiva alternativa para el modelado de problemas complejos en los que se requiera la presencia del concepto de incertidumbre.

5. Inferencia

Una vez modelado el conocimiento relativo de un determinado problema en forma de Red Bayesiana, el primer objetivo fundamental que se plantea, de forma natural, es la obtención o inferencia de conclusiones obtenidas, una vez conocido el estado de algunas de las variables, que constituyen las evidencias, a partir del cálculo de la Probabilidad a Posteriori de todas las demás

Mediante simples manipulaciones aritméticas de los datos almacenados en las tablas de Probabilidades Condicionadas, es posible calcular la Probabilidad a posteriori.

Este modo de operación implica, por lo general, elevados tiempos de respuesta y no es susceptible de generalizarse para el cálculo de múltiples razonamientos diferentes. Por ello, en general, este tipo de expresiones se calcula de forma simplificada mediante algoritmos específicos que aprovechan la estructura de la Red Bayesiana para optimizar el tiempo de respuesta.

Desde sus inicios, se han desarrollado técnicas poderosas que, generalizando los principios iniciales, afrontan el problema de la propagación de evidencia en redes bayesianas múltiplemente conexas. Entre los más conocidos se encuentran el Método de Eliminación de nodos (Shachter, 1998), el Método de propagación de Árboles de Unión (Lauritzen, 1988), y el Método de Propagación por Condicionamiento (Pearl, 1982).

6. Aprendizaje

Los algoritmos de inferencia suponen que tanto la topología de la Red Bayesiana como las tablas de probabilidades condicionadas que componen han sido especificadas inicialmente por el experto y que son conocidas. Sin embargo, esta condición de partida puede restringirse, o incluso eliminarse. En muchos casos y a partir del registro histórico de los datos observados, es posible calcular tanto el conjunto de relaciones de dependencia e independencia que existen entre las múltiples variables que componen la red, como la intensidad o fortaleza de dichas relaciones. En el primer caso se habla de Aprendizaje Estructural mientras que en el segundo, se habla de Aprendizaje Paramétrico, ambos ya citados.

En particular, conviene citar aquí el denominado Aprendizaje Paramétrico Secuencial, o adaptación (Olesen, 1992), que consiste en la actualización de las funciones de distribución de probabilidad de una determinada Red Bayesiana, a partir de la observación de nuevas

evidencias y en base a una estructura y una especificación paramétrica conocidas de antemano. Además, el modelo también permite afrontar la habitual necesidad de combinación de conocimiento experto apriorístico y de datos estadísticos obtenidos a partir de experiencia posterior, lo que hace imprescindible la revisión continua de los parámetros de red.

En definitiva, en el Aprendizaje Paramétrico Secuencial el conocimiento se va extendiendo continuamente para incluir en la expresión de máxima verosimilitud tanto de las experiencias obtenidas en el pasado como la nueva y potencialmente cambiante realidad.

7. Redes Bayesianas Dinámicas

En aquellos casos, como el que se analiza, en los que el ámbito del problema incluye el hecho temporal y se hace necesario realizar el seguimiento de la evolución en el tiempo de las variables que describen dicho problema, es posible utilizar un tipo especial de Red Bayesiana denominada Red Bayesiana Dinámica (Pearl, 2000).

Estas Redes son capaces de representar no ya el estado de un determinado conjunto de variables, sino incluso los procesos evolutivos a que están sometidas dichas variables con objeto de posibilitar la posterior aplicación de los métodos de inferencia y aprendizaje descritos en apartados anteriores.

La representación de dichos procesos se realiza mediante la elaboración de múltiples copias del estado de cada una de las variables, una por cada etapa en la que puede descomponerse el proceso. En primera instancia, es habitual descomponer la representación de conocimiento en un conjunto de variables X_t , que representan el estado del problema en el instante t , y en un conjunto de observaciones E_t , en representación de los datos que constituyen la evidencia en dicho instante t .

Las Redes Bayesianas Dinámicas constituyen un modelo más expresivo y de mayor potencia semántica que otros modelos temporales también basados en distribución de probabilidad

8. Funciones de Utilidad

Una vez definido el modelo genérico a utilizar para la simulación del comportamiento del cliente, se describen a continuación los detalles de su aplicación concreta.

En este caso, las variables que determinan el posicionamiento del cliente son los FCE's mientras que la variable asociada al propio Cliente es su decisión, positiva o negativa. Las aristas representan las causas de influencia, primero entre los FCE's entre sí y después, el conjunto de FCE's sobre la decisión del cliente.

En primer lugar y para evitar la ciclicidad del grafo que sustenta el modelo Bayesiano, se supondrá que cada uno de los FCE's influye en el Factor Coste, pero este no influye en los demás FCE's, hipótesis que, por otro lado, parece razonable.

Ahora bien, el Modelo de Redes Bayesianas Dinámicas sólo permite identificar la probabilidad de adquisición o rechazo y no la determinación del valor del producto, por lo que, antes de dar el salto hacia la construcción del modelo, es preciso establecer la conexión entre el Modelo Bayesiano dinámico, que se intuye de lo ya comentado, y la construcción de una Función de Utilidad a través de sus líneas de indiferencia.

Se trata, en definitiva, de cómo construir la Función de Utilidad de los clientes, expresada en términos del valor que le aporta el producto, es decir, medida en unidades monetarias, euros, a partir de los resultados obtenidos en el Modelo de Redes Bayesianas, que queda expresada en términos de probabilidades de aceptación o de rechazo del producto, ya sean absolutas o condicionadas

Ahora bien, según se ha descrito la decisión de los clientes, de comprar o no el producto en cuestión, está asociada a la aplicación de un procedimiento de análisis, que primero establece una combinación, en términos de valor, de cada uno de los Factores, luego los integra para determinar el valor del producto, en su conjunto, y, finalmente, compara dicho valor con el precio. Si el valor es superior al precio lo compra; si es inferior lo rechaza.

Puesto que los FCE's son variables aleatorias, su decisión también lo es. Quiere ello decir que, el producto será adquirido, o rechazado, con una determinada probabilidad. A la empresa se le plantea el dilema de establecer límites a esa probabilidad, es decir, debe decidir si le es o no suficiente una probabilidad de aceptación del 25%, y consecuentemente de tener una probabilidad de rechazo del 75%. En todo caso, esta es una decisión similar a cualquiera de las que habitualmente toma la empresa en la definición de su estrategia y en muchas de sus actividades cotidianas en las que la incertidumbre, y por tanto, las probabilidades y los riesgos son su marco de referencia.

A ese límite, que, por coherencia, deberá ser congruente con el modelo de riesgos que siga la empresa, se le designará como umbral de aceptación, y se le designará por U_a y vendrá expresado en términos de probabilidad.

Y puesto que el cliente sólo decide en función de los FCE's, es posible simular su respuesta a los nuevos valores, en base al modelo construido. Se trataría solamente de calcular las probabilidades de aceptación *a posteriori*, conocida la existencia de una nueva evidencia muestral, representada por los nuevos valores en los FCE's. Es decir, que, expresada en términos probabilísticos sería equivalente a calcular

$$P(\text{Aceptación} / \text{FCE's}) \quad (4)$$

Y comprobar que dicha probabilidad es mayor, o menor, que el umbral decidido, es decir, si

$$P(\text{Aceptación} / \text{FCE's}) > U_a \quad (5)$$

la combinación de factores sería aceptable desde el punto de vista comercial.

Sin embargo, con esta aproximación, se estaría en disposición de conocer, además de los valores de los FCE's, la previsible decisión del cliente, de adquirir o no adquirir el producto, pero no el valor que él asigna a la combinación supuesta de FCE's.

Ahora bien, de acuerdo con el criterio apuntado, el cliente compara precio y valor a la hora de tomar su decisión por lo que el precio que cambie la decisión de aceptar a rechazar, o de rechazar a aceptar, será el valor asignado por el cliente a un producto dotado de dichos FCE's. En consecuencia, el paso siguiente será simular una variación el precio, hasta conseguir modificar la decisión, es decir hasta que la expresión (5) cambie de sentido el símbolo de la desigualdad.

9. Resultados y conclusiones

Ante la imposibilidad de contar con un caso real del que se dispusieran de suficientes datos, el análisis se ha llevado a cabo a través de una simulación. Para ello, se han predefinido cinco funciones de utilidad, asociadas a otros tantos segmentos de clientes y se han generado aleatoriamente los datos necesarios tanto para la identificación del cliente a seleccionar, y por tanto, al segmento al que pertenece, como las variables aleatorias asociadas a los tres FCE's esenciales, calidad, plazo y precio,

Con ello se ha construido una muestra de 1000 decisiones que han sido sometidas al análisis estructural y paramétrico de un modelo de Redes Bayesianas a través del software comercial denominado WEKA. En este caso no se ha utilizado la potencial extensión dinámica por

cuanto se trataba de contrastar la posibilidad de utilización del conjunto de las evidencias, sin hacer distinción alguna de su temporalidad.

Para el análisis se han utilizado dos modelos alternativos. El primero se ha diseñado utilizando como punto de partida fijo la relación básica de que la Adquisición depende de los tres FCE's esenciales. El segundo dejando libertad al modelo para que eligiera el modelo estructural más adecuado. En ambos casos, y por las características propias del software utilizado, el modelo incorpora las dependencias entre FCE's que considera relevantes en aras a la mayor precisión del modelo.

La elección del modelo se ha llevado a cabo considerando que de las 1000 evidencias generadas, 900 son datos y los 100 restantes son estimaciones. El software utilizado realiza la validación cruzada de los diferentes modelos seleccionando de formas diferentes los 900 datos y, consecuentemente, las 100 estimaciones y eligiendo como modelo aquel que, en el conjunto de las iteraciones, presenta una mayor probabilidad de acierto en la predicción.

El resultado de todo este proceso ha sido la elección de un modelo como el de la figura 2 que presenta una probabilidad de acierto del 77,11%. Como se puede apreciar, la relación básica de dependencia de la decisión se asienta sobre los tres FCE's y además introduce una dependencia adicional del precio sobre el plazo.

Estructura de la red

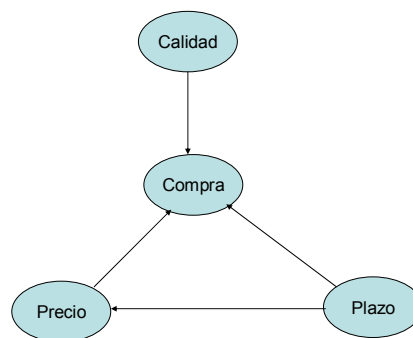


Figura 2. Modelo

Con estos resultados se puede confirmar la viabilidad de aplicación de este tipo de modelos para la identificación del comportamiento de los clientes y, muy particularmente, a la configuración de su Función de valor lo que permitiría avanzar en la identificación de Estrategias Integrales Producción-Comercialización (Gertz y Baptista, 1995).

Referencias

Castillo E. (1996). Sistemas Expertos y modelos de redes probabilísticas. Academia de Ingeniería.

Gertz D. L y Baptista J. P. (1995). Grow to be Great. The Free Press.

Hart, O.; Holström, B. (1985) The Theory of Contracts. Advances in Economic Theory. Cambridge University Press.

Huber, F.; Herrman, A. y Morgan, R. (2001). Gaining Competitive advantage trough customer value oriented management. The journal of Consumer Marketing.

Lauritzen, S; Spiegelhalter, D. (1988). Local computations with probabilities on graphical structures and their application to Expert Systems. Journal of the Royal Statistical Society, Series B. Vol. 2, No 50, pp. 157

Olesen, K.; Lauritzen, S; Jensen, F. (1992) A Hugin: A System creating Adaptive Causal Probabilistic Networks. Dubois. pp 223.

Pearl, J. (1982). Reverend Bayes on inference engines. A distributed hierarchical approach. Proceedings of the AAAI National Conference on AI, Ag., Pg 133.

Pearl, J. (2000). Bayesian Networks. Technical Report R – 216. Computer Science Department. Universidad de California.