

# Modelo de sistema de experto para tomar decisiones en el mercado de capitales

## Model expert system to make decisions in the capital market

Recibido: Octubre 11 de 2016 - Evaluado: Noviembre 15 de 2016 - Aceptado: Enero 31 de 2017

George Luis Peña Dugarte\*

### Para citar este artículo / To cite this Article

Peña Dugarte, G. L., (Julio-Diciembre de 2017). Modelo de sistema de experto para tomar decisiones en el mercado de capitales. *Revista Gestión y Desarrollo Libre*, 2(4), (135-147).

### Resumen

Los mercados de capitales están sujetos a numerosos factores que influyen sobre su comportamiento. En esta investigación se plantea teóricamente las variables a utilizar en un sistema de experto que ayude a tomar la decisión de comprar una determinada acción, para tal fin se realiza una investigación documental. Se presentaron cuatro variables a ser consideradas para crear el sistema de experto que permitan a un inversionista de perfil de riesgo conservador tomar decisiones de inversión a largo plazo.

**Palabras Clave:** Inversión, Mercado de Capitales, Sistema de Experto

### Abstract

Capital markets are subject to numerous factors that influence their behavior. This research raises theoretically the variables used in a system expert to help you make the decision to buy a certain action, for this purpose documentary research is done. Four variables were presented for consideration to create

---

\* Profesor de la Universidad de Los Andes, en la cátedra de Análisis de la inversión; Estudiante del programa Doctoral en Ciencias Contables de la Universidad de Los Andes; Magister Scientiae en Administración, mención Finanzas. Universidad de Los Andes; Licenciado en Contaduría Pública y Licenciado en Administración en la Universidad de Los Andes.

the expert system to enable an investor of conservative risk profile investment decisions long term.

**Key words:** Investment, Capital Markets, Expert system

### SUMARIO

INTRODUCCIÓN. - ESQUEMA DE RESOLUCIÓN. - I. Mercado de Capitales. - II. Instrumentos de inversión en mercado de capitales. -1. Renta fija. -2. Renta variable - III. Sistemas de Expertos. - IV. Componentes para crear un sistema de experto. -1. Base de hechos. -2. Base de conocimientos. -3. Motor de inferencia. -4. Módulo de justificación. -5. Interfaz con el usuario. - V. Lógica difusa y su aplicación en los mercados de capitales. -1. Lógica difusa. -2. Variables a tener en cuenta bajo la óptica de Benjamín Graham. - CONCLUSIONES. – REFERENCIAS.

## Introducción

En la actualidad el acceso a la tecnología está al alcance de la mayoría, esto haciendo que las labores realizadas por el hombre sean más fácil de realizar, además de optimizar los recursos usados como el tiempo y el conocimiento, pero para el uso de la tecnología es necesaria la presencia de un ser humano experto en el área donde se piensa aplicar dicha tecnología, por eso en esta investigación se expondrán los criterios a seguir para que un sistema de experto pueda ayudar en las decisiones de inversión a largo plazo en los mercados de capitales.

El sistema de experto es resultado del alto uso y fácil acceso a la tecnología por parte de la mayoría de las personas, en esta investigación entonces se quiere usar esta valiosa herramienta para que expertos puedan asesorar a inversionistas conservadores y con objetivos de inversión a largo plazo, por supuesto dejando a un lado las operaciones de especulación o de corto plazo que podrían ser objeto de estudios de otra investigación.

Por otro lado, entre la multiplicidad de papeles negociables en el mercado de capitales en el presente estudio se analizan solo las acciones, sin tomar en cuenta otros instrumentos financieros como bonos y fondos abiertos de inversión.

Esta investigación usando la lógica difusa como método, analiza un posible modelo de sistemas de experto para la toma de decisiones de inversión a largo plazo.

## Esquema de resolución

## 1. Mercado de Capitales

El mercado está definido como el lugar donde confluyen demandantes y oferentes de un bien. Por lo tanto, si se habla de que el bien es el capital, entonces mercado de capitales es donde confluyen tanto los oferentes y demandantes de recursos financieros. Según Garay & González (2005) “Los entes que proveen fondos se denominan unidades superavitarias, y los que entran al mercado para obtener fondos se denominan unidades deficitarias.” (p. 67).

En la definición de mercado de capitales no se especifica que es un lugar físico pues en la actualidad desde cualquier computadora en el mundo a través de un intermediario (bróker) online se pueden realizar las operaciones de inversión, también se le puede llamar mercado de fondos o mercado financiero.

Pero ¿Quién demanda y quien oferta dinero? y ¿para qué lo hacen? Se responderá esta pregunta con un ejemplo, si una empresa tiene un proyecto de inversión y requiere capital lo lógico es que busque inversionistas, entonces para ello emite papeles llamados acciones que servirán de respaldo para el inversionista, una acción es una parte de la empresa, al comprarse una acción se está comprando parte de ella. La empresa que emite las acciones es la parte demandante del dinero, y por otro lado hay personas que tienen dinero para invertir en la mejor oportunidad de negocio, estos son los oferentes del dinero, que lo hacen a cambio de una rentabilidad, denominada costo del dinero en el tiempo. Para Garay & González (Ob. Cit) “El mercado facilita el flujo de los fondos de las unidades superavitarias a las deficitarias.” (p. 67)

Se pueden reconocer dos tipos de mercados, el mercado primario, aquel cuando se emiten nuevos papeles comerciales o títulos valores y el mercado secundario es el que permite la negociación de los instrumentos ya emitidos.

Los oferentes del dinero pueden hacer operaciones de especulación o de inversión. Según Graham (2004) “Una operación de inversión es aquella que, después de realizar un análisis exhaustivo, promete la seguridad del principal y un adecuado rendimiento. Las operaciones que no satisfacen estos requisitos son especulativas”. (p.65).

En una operación que se realiza a largo plazo, en donde se estudian diferentes variables cuantitativas y cualitativas de la empresa es una inversión, mientras que una operación en donde se juega a adivinar el futuro, comprando para vender a corto plazo incluso en cuestiones de segundos, esto es una especulación. No se quiere decir que está mal hacer una u otra forma de realizar la operación,

pues eso va a depender del perfil de riesgo que tenga el oferente de fondos. En esta investigación se trabajará con las operaciones de inversión, tal como lo define Graham (2004), aquel oferente de fondos que realiza estudios fundamentales a la organización para determinar si a largo plazo le asegura un retorno adicional al principal.

## **2. Instrumentos de inversión en mercado de capitales**

En el mercado de capitales existen dos instrumentos de inversión, entre ellos está la renta fija y la renta variable. La primera representa un mayor riesgo para el inversionista que la segunda, pero también representa mayor ganancia.

### **2.1 Renta fija**

Los instrumentos que se encuentran en esta clasificación son aquellos en los que el inversionista sabe cuál va a ser su rentabilidad al momento de la inversión, por lo general está representado por bonos, los cuales en su mayoría pagan intereses periódicamente, o se colocan a un precio menor que su valor nominal. Para Kozikowski (2007) “un bono con cupón es un documento que promete pagar su valor nominal vencimiento y, además un cupón al final de cada uno de los “n” periodos, donde “n” es el plazo del bono.” (p.296). En esta investigación este tipo de instrumento financiero no va a ser objeto de estudio.

### **2.2 Renta Variable**

Como su nombre lo indica la rentabilidad de los instrumentos que se encuentran en esta clasificación es variable, y está representado por acciones. En este tipo de instrumentos a diferencia de la renta fija no se conoce la rentabilidad de la inversión, se pueden estimar, pero sin el 100,00% de seguridad, por tal razón representa mayor riesgo.

Para la Bolsa Mexicana de Valores (2016):

“Las acciones son definidas como partes iguales en que se divide el capital social de una empresa. Parte o fracción del capital social de una sociedad o empresa constituida como tal. Una acción de una empresa representa una parte proporcional de un negocio”

En las acciones se pueden obtener ingresos por dos vías, una por el diferencial del valor de compra de la acción y su valor de venta, y la otra vía por dividendos distribuidos por la empresa. Este tipo de instrumentos es el objeto de estudio de esta investigación, en donde se planteará las variables a considerar través de

un sistema de experto para decidir si comprar o no una determinada acción, para ello se utilizará la lógica difusa.

### **3. Sistemas de Expertos**

Para Abadía (2002) “Los sistemas expertos son sistemas basados en el computador y el conocimiento humano instrumentados para resolver problemas que pueden alcanzar un nivel de desempeño comparable al que tendría un especialista humano en el dominio de un problema específico” (p.71).

El sistema de experto se vale del conocimiento, la pericia y experiencia del ser humano y la objetividad, exactitud y rapidez en el procesamiento de los datos de las computadoras, haciendo que un problema cotidiano sea resuelto minimizando los esfuerzos y costos de la mejor manera posible.

Hoy en día los sistemas de expertos están desarrollados en diversas áreas, desde las ciencias médicas- sector ampliamente desarrollado con sistemas de expertos- hasta el sector automotriz, pasando por la toma de decisiones en los negocios.

Entonces un sistema de experto solo funciona con el conocimiento que se le introduce de un experto humano, este proceso es costoso en tiempo y capital, y el encargado de esto es un ingeniero del conocimiento.

Para Claver, Gomzalez & Lopez (1995):

“El trabajo realizado por un ingeniero del conocimiento en definitiva es similar al realizado por un analista de sistemas en la fase de análisis de requerimientos. Mientras que un analista de sistemas interpreta datos e información, obtenidos de los usuarios finales para desarrollar un sistema modelo y crear una estructura de Sistemas de Información, un ingeniero del conocimiento gracias a los datos y a la información provistos por los expertos ejecuta un mapa de dominio del conocimiento, creando así una estructura de Sistema Expertos”.

El ingeniero del conocimiento es el encargado, por tanto, de asegurar la fiabilidad del sistema de experto, recogiendo de la manera más precisa la información del experto, que no es tarea fácil. En la actualidad existen muchos softwares a los que se le denominan “conchas” o “armazones” estos softwares se utilizan para crear sistemas de expertos, son sistemas vacíos que están ya pre programados para servir como sistemas de expertos, pero le falta lo más importante el “saber hacer”, es decir el conocimiento del experto.

#### **4. Componentes para crear un sistema de experto**

Un sistema de experto de manera general debe contar con los siguientes componentes según Claver, Gomez & Lopez (1995): Base de hechos, base de conocimientos, motor de inferencia, módulo de justificación e interfaz con el usuario.

##### **4.1 Base de hechos**

Este se refiere a la base de datos, en el caso de un sistema de experto para realizar inversiones a largo plazo, la base de datos estaría formada por todo el historial de la cotización de las acciones de un mercado determinado.

##### **4.2 Base de conocimientos**

Esta es la parte del saber hacer, generado por el conocimiento del experto, que es recogido por el ingeniero del conocimiento. En el caso de esta investigación en específico es el conocimiento y criterio que toma en cuenta el experto a la hora de decidir ¿Cuándo comprar? y ¿qué acción comprar?, más adelante se detallaran los criterios y parte de esta base de conocimiento.

##### **4.3 Motor de inferencia**

Según Claver, Gonzalez, & Lopez (Ob. Cit) “se trata de un programa capaz de razonar sobre la base de datos y la base de conocimientos con vistas a obtener una solución.” (p.27). Este motor de inferencia hace que el programa pueda vincular la base de datos (base de hechos) y el conocimiento del experto (base de conocimiento) para dar una solución acorde al problema que se le está presentando.

Este motor de inferencia de un sistema de experto, es la parte más importante de este, y también se podría presentar como la debilidad de los sistemas de expertos, esa vinculación entre ambas bases no es creativa como podría ser la del ser humano, es al contrario mecánica y va a depender del conocimiento y la base de datos, no dará soluciones nuevas ni aprenderá con el transcurso de nuevas experiencia, tal vez se tendría que indagar entrar en el mundo de la inteligencia artificial si se desea una solución creativa.

##### **4.4 Módulo de justificación**

Este como su nombre lo indica justifica la solución final, en este módulo se presenta como se llegó al resultado que dio el sistema de expertos.

#### **4.5 Interfaz con el usuario**

Esta es la parte con la que el usuario interactúa, este debe ser lo más intuitiva posible, que facilite al usuario la introducción de datos y lectura e interpretación de resultados. Los sistemas de expertos muy desarrollados pueden correr el riesgo de ser difíciles de utilizar por presentar interfaz poco amigable, en ese caso se podría perder los atributos que tiene el sistema de experto por lo difícil de su manejo, un sistema de experto ideal sería un equilibrio entre una interfaz de fácil uso y que pueda procesar gran cantidad de datos, dando soluciones fáciles de entender y aplicar.

Los sistemas de expertos pueden usar diferentes metodologías para la toma de decisiones, dependiendo del campo científico donde serán utilizados. En el caso de las ciencias sociales muy vinculadas a lo poco predecible del comportamiento humano seleccionar la metodología a seguir es complejo, pues no se presentan respuestas dicotómicas, ejemplo si o no, blanco o negro; al contrario entre extremos hay una gran cantidad de matices que tratan de representar la realidad y que hacen difícil el uso de un sistemas de experto para estos caso, por eso para crear un sistema de experto para la toma de decisiones en el mercado de capitales en esta investigación se plantea el uso de la lógica difusa, con el fin de abordar las diferentes aristas a tomar en cuenta para la inversión a largo plazo.

### **5. Lógica difusa y su aplicación en los mercados de capitales**

#### **5.1 Lógica difusa**

La lógica difusa permite dar respuesta a hechos que son complejos y difíciles de cuantificar. La definición de este término según Godínez, (2011):

“que en sus siglas en ingles FL “fuzzylogic”, fue concebido por Lotfi Zadeh, profesor de la Universidad de California en Berkley, y fue presentada no solamente como una metodología de control, sino además como un medio poderoso para procesar datos pertenecientes parcialmente a un conjunto de información, además estos datos pueden o no tener relación al conjunto citado Prototipo de sistema de experto en mercado de capitales” (p.3).

En ella se busca relacionar varias variables independientes con una dependiente, para así lograr obtener una estimación de un hecho determinado. La lógica difusa ha contribuido en el estudio de las ciencias sociales por su complejidad,

especialmente en lo poco previsible que es su objeto de estudio: el ser humano.

Para Jang & Gulley (2008):

“En los últimos años, el número y la variedad de usos de la lógica difusa han aumentado perceptiblemente. Los usos se extienden de productos de consumo tales como cámaras, videocámaras, lavadoras, y hornos microondas al control de proceso industrial, a la instrumentación médica y a los sistemas expertos en los negocios” (p. 26).

Aprovechando así las bondades de la FL, en esta investigación se plantearán las variables a tomar en cuenta para comprar una acción en el mercado de capitales. Se tomará como premisa que la compra de la acción es con fines de retenerla a largo plazo, y así obtener un rendimiento tanto por diferencial de los precios de compra y venta como por dividendos.

Las variables serán las explicadas por Graham (2004) en su libro el inversor inteligente, y estas alimentarán el sistema de experto que se quiere plantear.

## **5.2 Variables a tener en cuenta bajo la óptica de Benjamín Graham**

Benjamín Graham un reconocido profesor de Finanzas de los Estados Unidos de América, autor de varios libros de inversión en el mercado de capitales, realiza en su libro el inversor inteligente una especie de guía, en donde explica cuatro factores a tomar en cuenta para invertir (Graham, 2004). Estos factores serán los que se toman en cuenta como variables para comprar o no la acción en el sistema de experto. A continuación, se abordarán cada uno de ellos.

### **5.2.1 Valor de mercado vs. valor contable**

En este criterio se compara el valor que tiene la acción en el mercado (valor de mercado) y el valor contable, que se encuentra en el estado de situación de la empresa. Entonces el valor del mercado de la acción, es decir, su precio de cotización debe estar por debajo del valor contable, o en un máximo de 1.5 veces del valor contable. Esta variable busca filtrar aquellas acciones que están sobrevaloradas seguramente por efecto de la especulación de los mercados. Empresas grandes como Apple o facebook están valoradas hasta 6 veces por encima de su valor contable. Para aclararlo mejor se expone el siguiente ejemplo: si se sabe que un escritorio vale \$ 10,00 unidades monetarias, y se comercializa en \$60,00 Unidades monetarias, lógicamente no se compra ese escritorio que está sobrevalorado, a este tipo de acciones por lo general se les llama blue chip, y son



características de las empresas bien establecidas con reconocida trayectoria, que han repartido dividendos de manera constantes.

Se dirá que es imposible conseguir una empresa reconocida por debajo de su valor contable. Pues no es así, actualmente JP Morgan está cotizando a un 80,00% de su valor contable, otra empresa grande es Goldman Sachs Group, INC. Que cotiza también al 80,00% y si se flexibiliza en el criterio de búsqueda la empresa Travelers Companies cotiza a 1.3 veces su valor contable (Interactive brokers LLC., 2016).

Es importante destacar que estas empresas mencionadas no fueron escogidas al azar, además de pasar la norma del valor contable, estas empresas pertenecen al Down Jones Industrial Average, que es el índice que agrupa a las 30 mejores empresas de Wall Street. Esta variable sería cualificada de la siguiente manera en el sistema de experto:

- Valor del mercado menor al valor contable.
- Valor de mercado Mayor al valor contable pero aceptable: esta categoría en caso de que no supere el 1.5 del valor contable.
- Valor de mercado mayor al valor contable no aceptable: está en caso que sea mayor al 1.5 veces del valor contable.

### **5.2.2 Pago constante de dividendos**

Una empresa declara y paga dividendos cuando obtiene utilidades, y eso se da gracias al buen funcionamiento de la misma, por tal razón un indicador de que sea una buena empresa para invertir es que reparta dividendos constantemente. Según Atuve (2009) “El objetivo de toda política de dividendos es permitir la optimización de los recursos financieros, permitiendo la satisfacción de los accionistas comunes, en aras de ofertar en el mercado de valores, acciones competitivas” (p.154).

Para esta variable se tomará como lo indica Graham (2004) que la empresa haya repartido dividendos de manera ininterrumpida los últimos 10 años, pues una empresa que haya repartido dividendo en los altos y bajos del mercado de manera constante probablemente lo seguirá haciendo. Esta variable se mediría de la siguiente manera.

- Repartió dividendos de manera ininterrumpida durante los últimos 10 años.
- No repartió dividendos o lo hizo de manera esporádica durante los últimos 10 años.

### 5.2.3 Liquidez: activo circulante vs pasivo circulante

Otra variable a tener en cuenta para tomar la decisión de comprar o no una acción es revisar el estado de situación financiera, y determinar que el activo circulante por lo menos duplique el pasivo circulante, esto con la finalidad de revisar la capacidad de respuesta para pagar las obligaciones a corto plazo de la empresa.

Según Díaz Llanes (2010) “la liquidez La podríamos definir, y calcular, como la diferencia entre Activo Corriente (circulante o a corto plazo) y Pasivo Corriente (circulante o a corto plazo). Hay un consenso generalizado en considerar el corto plazo hasta 1 año.” En este caso se usará no la diferencia entre activo circulante y pasivo circulante sino su cociente.

Este criterio tiene relación con la variable anterior, – el pago constante de dividendos- pues así también se puede asegurar de alguna manera que el dividendo que se declare se pague. Esta variable se mide de la siguiente manera:

- El activo circulante si duplica el pasivo circulante.
- El activo circulante no duplica el pasivo circulante.
- El activo circulante es menor que el pasivo circulante.

### 5.2.4 Modelo de negocio de la empresa

A nivel mundial es insospechado los diversos fines sociales a los que se dedica las empresas, muchas con futuros promisorios y otras con futuros completamente desconocidos, pues no se sabe ni que es lo que realizan, esta variable fijada por Graham (2004) ha sido objeto de crítica por ser muy conservadora lo que imposibilita darles la oportunidad a empresas de sectores innovadores. Pero el autor argumenta que es una manera de invertir en empresas que sean sostenibles en el tiempo.

Según Barrios (2010) Se puede definir un modelo de negocios como “un conjunto complejo de rutinas interdependientes que se descubren, ajustan y matizan mediante la acción”, es decir, es el quehacer diario de la organización, es la manera en que generan sus principales ingresos.

En esta variable se toma en cuenta que tanto se conoce lo que realiza la empresa, si es fabricar carros, muy fácil se sabe que la empresa procesa materia prima y ensambla carros, por tanto, se conoce lo que hace, pero si se observa a simple vista una empresa como facebook ¿cómo genera ella sus ingresos?, ya en este caso no se explicaría tan fácil.

A pesar de esta variable ser muy subjetiva pues se dice que la idea es que se pueda explicar normal sin mayor esfuerzo como genera ingresos la empresa, es de importancia pues en la crisis del 2002 de las llamadas “puntocom” (.com) salvo a varios inversionistas de la quiebra por filtrar con esta variable su cartera de inversiones. No involucrarse en empresas en las que no se entiende como obtiene sus ingresos es el fundamento de este criterio. Esta variable sería medida de la siguiente manera:

- Entiendo como genera ingresos la organización.
- No entiendo como genera los ingresos

Estas cuatro variables son la propuesta para alimentar un sistema de experto que indique si comprar o no una acción. El ingeniero del conocimiento debería darle valores a cada variable de 0 a 1. Donde 1 sería la mejor opción y 0 la peor opción. La idea sería que el sistema de experto indique con valores igualmente de 0 a 1 si es recomendable o no la compra de la acción. Para que esto se dé, el sistema de experto debería estar alimentado de la información actualizada de las empresas que cotizan en la bolsa, podría ser utilizando alguna fuente de información rudimentaria como *google finance* u otra más sofisticada y costosa de un bróker especializado (Base de datos).

El inversionista solo debería colocar el símbolo en bolsa de la empresa que desea invertir en el sistema y este le daría el resultado. Y siendo más complejo podría pedirle al sistema que presente todas las empresas de un sector determinado que cumplen con las variables y este dé el resultado. Son innumerables los usos y el provecho que se le puede dar a este tipo de sistemas de expertos, destacando que es para inversiones a largo plazo y para perfiles de riesgo conservadores.

## Conclusiones

En este trabajo documental se planteó las variables a tomar en cuenta para tomar la decisión de comprar una acción, y que a través de la lógica difusa se pueda llevar a cabo un sistema de expertos que facilite la decisión del inversionista o del asesor de inversiones.

Esto es solo las bases para que un ingeniero del conocimiento pueda llevar a cabo la idea y se pueda medir en un prototipo de prueba el resultado, donde se tome en cuenta una muestra representativa de empresas de diferentes mercados mundiales.

Los sistemas de expertos han ayudado en muchas áreas del conocimiento, permitiendo el acceso al mismo de muchas personas optimizando los recursos, este podría ser una gran ventaja para las inversiones a largo plazo que generan bienestar sostenido a la sociedad.

El uso de los sistemas de expertos hace la toma de decisiones más objetiva, pero a la vez poco creativa, la ventaja por su objetividad es no entrar en el miedo en épocas de declive de la bolsa o en la euforia de compra en épocas de alza.

Este sistema de experto estaría tomando en cuenta criterios para la inversión de solo inversores conservadores y con objetivo a largo plazo y para invertir en renta variables (acciones).

## Referencias

- Abadía, J. A. (2002). Sistema de Expertos para la bolsa de valores. *ICESI*, 71-89.
- Altuve, J. (2009). *Herramientas modernas de administración financiera*. Mérida: Universidad de Los Andes.
- Barrios, M. (2010). Modelo de negocios. *Universidad Americana*, 11-26.
- Bolsa Mexicana de Valores. (20 de Agosto de 2016). *Bolsa Mexicana de Valores*. Obtenido de Bolsa Mexicana de Valores: <http://www.bmv.com.mx/>
- Claver, E., Gozalez, M. D., & Lopez, J. (1995). Sistemas de expertos: un concepto cercano a la empresa. *Dirección y Organización*, 13, 25-31.
- Díaz Llanes, M. (2010). El análisis de los estados contables en un entorno dinámico y gerencial de la empresa. *Universo Contábil*, 6(2), 121-140.
- Garay, U., & González, M. (2005). *Fundamentos de finanzas con aplicación al mercado venezolano*. Caracas: IESA.
- Godínez, R. (2011). Modelo de un sistema experto a partir de la aplicación de la lógica difusa, para ayudar en las decisiones bursátiles. *Revista Electrónica de Divulgación de la Investigación*, 1, 1-19.
- Graham, B. (2004). *El inversor inteligente*. Washington. D.C.: Deusto.
- Interactive brokers LLC. (20 de Agosto de 2016). *Interactive brokers*. Obtenido de Interactive brokers: [www.interactivebrokers.com](http://www.interactivebrokers.com)
- Jang, R., & Gulley, N. (2008). *Fuzzy Logic Toolbox User's Guide*. Parkway Natick. MA, USA: MathWorks.

Kozikowski, Z. (2007). *Matemáticas financieras, el valor del dinero en el tiempo*. Mexico D.F.: McGraw Hill Interamericana Editores.