

APROXIMACIÓN A LA MEDICIÓN DEL CAPITAL INTELECTUAL ORGANIZACIONAL APLICANDO SISTEMAS DE LÓGICA DIFUSA*

Santiago Medina Hurtado^{**}

Esteban Zuluaga Laserna^{***}

Daniel López Pedroza^{****}

Fabián Granda Mazo^{*****}

* Este artículo es el resultado del trabajo de estudiantes de Ingeniería Administrativa que hacen parte del grupo de investigación en Ingeniería Financiera y Gestión Empresarial (GIFIG) de la Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Minas, y asociado a la línea de investigación en Modelación de Decisiones en Ambientes Difusos. El artículo se recibió el 19-02-2009 y se aprobó el 21-05-2010.

** Doctor en Estadística e Investigación Operativa, Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España, 2007; Especialista en Finanzas, Preparación y Evaluación de Proyectos, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia, 1996; Ingeniero industrial, Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, Colombia, 1993. Profesor de la Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Minas, Escuela de Ingeniería de la Organización, sede Medellín, Colombia. Director del Grupo de Investigación en Ingeniería Financiera y Gestión Empresarial (GIFIG).
Correo electrónico: smedina@unal.edu.co.

*** Ingeniero administrador, Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, Colombia, 2009. Auxiliar de investigación, Grupo de Investigación en Ingeniería Financiera y Gestión Empresarial (GIFIG).
Correo electrónico: ezuluag@unal.edu.co.

**** Ingeniero administrador, Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, Colombia, 2009. Auxiliar de investigación, Grupo de Investigación en Ingeniería Financiera y Gestión Empresarial (GIFIG).
Correo electrónico: dlopezp@unal.edu.co.

***** Ingeniero administrador, Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, Colombia, 2009. Auxiliar de investigación, Grupo de Investigación en Ingeniería Financiera y Gestión Empresarial (GIFIG).
Correo electrónico: fgranda@unal.edu.co.

Aproximación a la medición del capital intelectual organizacional aplicando sistemas de lógica difusa

RESUMEN

El capital intelectual es un componente inherente a toda empresa y lo conforma un grupo de variables que agrega valor; por lo tanto, su medición y direccionamiento estratégico son, con frecuencia, punto focal en las organizaciones del siglo XXI. Infortunadamente, por el carácter intangible y cualificativo de algunos de sus componentes, su medición y control presentan dificultades. Este trabajo propone, mediante el uso de herramientas basadas en la lógica difusa, una aproximación a la medición del capital intelectual en las empresas.

Palabras clave:

capital intelectual, sistemas de lógica difusa, dirección estratégica.

An Approach for Measuring an Organization's Intellectual Capital by Applying Fuzzy Logic Systems

ABSTRACT

Intellectual capital is a component inherent in every company; it is comprised of a group of variables that add value to the firm. Therefore, measuring intellectual capital and its strategic management are often a focal point in 21st century organizations. Unfortunately, due to the intangible, qualitative nature of some of its components, measuring and controlling intellectual capital is not easy. This article proposes an approach for measuring an organization's intellectual capital, using tools based on fuzzy logic.

Key words:

intellectual capital, fuzzy logic systems, strategic management.

Aproximação à medição do capital intelectual organizacional aplicando sistemas de lógica difusa

RESUMO

O capital intelectual é um componente inerente a toda empresa, ele está composto por um grupo de variáveis de valor agregado; portanto, sua medição e direcionamento estratégico são, com frequência, ponto focal nas organizações do século XXI. Infelizmente, devido ao caráter intangível e qualificativo de alguns de seus componentes, sua medição e controle apresentam dificuldades. Este trabalho propõe, mediante o uso de ferramentas baseadas na lógica difusa, uma aproximação à medição do capital intelectual nas empresas.

Palavras chave:

capital intelectual, sistemas de lógica difusa, direção estratégica.

Introducción

En la actualidad existen varias propuestas metodológicas para valorar el capital intelectual de la empresa por medio de la evaluación de diferentes aspectos o componentes, los cuales, en la mayoría de los casos, pueden agruparse de la siguiente forma: competencias o capital humano, capital estructural y capital relacional.

El capital humano se refiere a las capacidades individuales, a los conocimientos, a las destrezas y a la experiencia de los empleados y directivos de la empresa, así como de la organización laboral como un todo (incluye sus valores); el capital estructural, a aspectos relacionados con la estructura interna de la empresa, como la posesión de patentes, la adquisición de tecnologías (*know how*), el uso de modelos, los sistemas de información, los políticas administrativos, etc., y el capital relacional, al conjunto de las relaciones que posee la empresa con el entorno local e internacional, es decir, tiene en cuenta un conjunto de factores que garantiza la sostenibilidad y la calidad de clientes.

Por desgracia, más allá de esta agrupación, es difícil encontrar un punto común en las diferentes propuestas metodológicas para medir el capital intelectual, ya que cada una propone diferentes variables que permiten medir el estado actual de cada aspecto estudiado, lo cual dificulta llegar a un consenso. Por otra parte, las metodologías sugieren que cada una de estas variables debe interpretarse en función de índices de gestión que analicen el estado actual de cada variable y que posteriormente realicen su agregación. Esto

permite diagnosticar el estado actual de cada uno de los componentes (capital humano, capital estructural y capital relacional) y, en última instancia, evaluar el capital intelectual de la empresa.

En este sentido, la mayoría de metodologías revisadas se centra en proponer sistemas de medición de capital intelectual en términos básicamente conceptuales; aparte de que, en general, se encuentra que las metodologías no proponen sistemas de medición y agregación de las variables propuestas y que el tratamiento de cada componente se realiza de manera individual y no conjunta.

Si se analizan las variables propuestas en las diferentes metodologías que permiten definir cada uno de los componentes del capital intelectual, puede notarse que la mayoría son complejas y difíciles de medir; por lo tanto, existen dificultades a la hora de definir los índices que evalúan el estado actual de cada variable a través del registro periódico. Adicionalmente, se encuentra la dificultad de medir cuantitativamente algunas variables, debido a su naturaleza subjetiva, ya que se fundamentan en la percepción de aspectos cualitativos.

Desde el punto de vista de la métrica, se observa como principal falencia en las metodologías analizadas dos aspectos: (1) la falta de un planteamiento metodológico para el tratamiento estadístico de los índices de gestión propuestos para medir el comportamiento del capital intelectual, que deben ser registrados periódicamente, y (2) la falta de un planteamiento metodológico sobre la manera de agregar las variables consideradas, es

decir, no se da un marco lógico que integre las diferentes variables definidas para el capital humano, el capital estructural y el capital relacional de la empresa, con lo cual se obtendría el diagnóstico del estado actual del capital intelectual en la empresa. En la mayoría de casos, los dos problemas presentados se tratan de manera vaga y no se profundiza en aspectos metodológicos asociados a su cuantificación. Actualmente algunos investigadores han propuesto métodos de calificación basados en puntos (*scoring*), asociados al *Balance Score Card* (Kaplan y Norton, 2000; Bennett, 2000) o aproximaciones basadas en el método Delfi (Bueno et al., 2006); sin embargo, aún deben hacerse importantes esfuerzos en este sentido.

La importancia de tener un sistema de medición del capital intelectual radica en que este se convierte en una herramienta que redefine los planes de acción para cumplir los objetivos estratégicos. En vista de lo anterior, el presente trabajo propone un sistema de inferencia difuso con el cual evaluar el capital intelectual de la empresa considerando las variables más relevantes dentro de cada uno de los componentes mencionados.

La propuesta se enmarca en uno de los modelos más referidos para la medición del capital humano, como lo es el modelo Intellect (Euroforum, 1998). Este permite tratar variables de tipo cualitativo mediante su caracterización, por medio de conjuntos difusos, con lo cual es posible representar la percepción humana y su posterior modelamiento a través de valores numéricos. La propuesta permite realizar una valoración integral del capital intelectual, a través de un proceso sistémico

que logra dar claridad a las relaciones entre las variables consideradas dentro de cada uno de los componentes, con el fin de lograr un mayor grado de objetividad en la medición, acorde con los sistemas de percepción y de valoración humana.

Este artículo está organizado de la siguiente manera: en el numeral 1 se resumen las principales teorías para la medición del capital intelectual de la empresa; en el numeral 2 se reseñan los aspectos teóricos de los sistemas de lógica difusa. En el numeral 3 se desarrolla una aproximación metodológica para medir el capital intelectual de la empresa, basada en sistemas de lógica difusa a partir del modelo Intellect. Al final se presentan las conclusiones y futuros estudios.

1. Principales modelos para medir el capital intelectual

En esta parte se describen de forma breve las principales metodologías planteadas en la literatura para medir el capital intelectual de la empresa, esto es, los modelos Technology Broker, Navigator, el del Canadian Imperial Bank, Intellectual Assets Monitor, Intellect y el de la Universidad de West Ontario.

1.1 Modelo *Technology Broker*

Según Brooking (1997), el capital intelectual de una empresa puede dividirse en cuatro categorías: (1) activos de mercado (potencial derivado de los bienes inmateriales que guardan relación con el mercado), (2) activos de propiedad intelectual (*know-how*, secretos de fabricación, derechos de autor, patentes, derechos de diseño, marcas de fábrica y ser-

vicios), (3) activos centrados en el individuo (cualificaciones que conforman al hombre y que hacen que sea lo que es) y (4) activos de infraestructura (tecnologías, metodologías y procesos que hacen posible el funcionamiento de la organización).

1.2 Modelo Navigator, de Skandia

Skandia es una federación internacional de empresas financieras con sede en Suecia, pionera en los esfuerzos por medir el capital intelectual. Desarrolló en sus empresas 90 indicadores de desempeño a los que llamó *Navigator* (Edvinsson y Malone, 1997), sintetizados así: número de clientes y el desarrollo que aportan a la organización, número de paquetes de *software* usados en relación con el número de empleados, número de personas conectadas a internet, cantidad de relaciones entre clientes y empleados, número de buenas ideas surgidas, nivel de educación y formación de los empleados de la empresa, número de buenas ideas intercambiadas entre dos departamentos importantes y número de patentes registradas y de artículos publicados.

A los indicadores tradicionales añade *ratios* (relaciones de proporción entre variables) que evalúan el rendimiento, la rapidez y la calidad. Además, introduce aportes teóricos de interés, como el horizonte temporal: pasado (indicadores financieros), presente (capital humano, capital de clientes y capital de procesos) y futuro (capacidad de la organización para desarrollar los intangibles anteriores y para aprender). Las personas ocupan el centro del modelo.

1.3 Modelo del Canadian Imperial Bank

Hubert Saint-Onge (1996) fue el responsable de implantar este modelo de medición del capital intelectual en el Canadian Imperial Bank. El modelo estudia la relación entre el aprendizaje organizacional y el capital intelectual. Según Saint-Onge, el capital intelectual se divide en cuatro bloques: capital financiero, capital de clientes, capital estructural y capital humano. Todos ellos están relacionados con los diversos tipos de aprendizaje: aprendizaje de los clientes, aprendizaje organizacional, aprendizaje grupal y aprendizaje individual.

1.4 Modelo Intellectual Assets Monitor

El modelo Intellectual Assets Monitor (Sveiby, 1997), además de ofrecer una clasificación del capital intelectual, hace hincapié en el dinamismo de los activos intangibles. Tiene en cuenta los indicadores de riesgo, así como la capacidad de renovación y de crecimiento. Además, manifiesta la visión del proceso del conocimiento y, por primera vez, da claves para interpretar el balance del capital intelectual.

Tiende a relacionar la medición con la utilidad que tiene esa medida para la empresa; por ello propone fórmulas cualitativas y cuantitativas. Por su filosofía y su desarrollo real, abre las puertas a los modelos de gestión del conocimiento. El capital intelectual en este modelo es definido por los siguientes componentes:

- Competencias de las personas: incluye las competencias de organización, como son planificar, producir, procesar o presentar productos o soluciones.
- Estructura interna: es el conocimiento estructurado de la organización, por ejemplo, las patentes, los procesos, los modelos, los sistemas de información, la cultura organizativa, así como las personas que se encargan de mantener dicha estructura.
- Estructura externa: comprende las relaciones con clientes y proveedores, las marcas comerciales y la imagen de la empresa.

1.5 Modelo Intellect

El Proyecto Intellect nació en 1997 con la finalidad de crear un modelo y un método para medir el capital intelectual (Euroforum, 1998). Clasifica los activos intangibles de la empresa en los siguientes componentes:

- Capital humano: es el conocimiento útil que poseen las personas y los equipos,

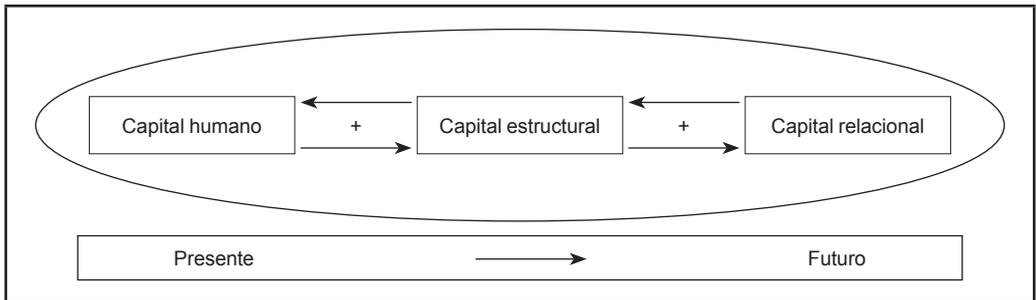
así como su capacidad para aprender. El capital humano es la base para crear los otros dos tipos de capital intelectual.

- Capital estructural: conocimiento propio de la organización que se hace explícito, se organiza e interioriza. Está latente en las personas y en los equipos.
- Capital relacional: valor que proviene del conjunto de relaciones externas.

Estos componentes se relacionan de manera recíproca y cronológica como es mostrado en el Gráfico 1. A la vez, presentan variables que, al igual que ellos, se relacionan recíproca y cronológicamente y que sientan las primeras aproximaciones a la medición de cada uno. Algunas de estas variables se presentan en el Cuadro 1.

El modelo Intellect distingue entre intangibles internos (creatividad de personas y sistemas de gestión de la información) e intangibles externos (imagen, alianzas y lealtad). Concilia la visión del *stock* del capital intelectual, es decir, los intangibles en un momento con-

Gráfico 1
Relaciones entre componentes para el modelo Intellect



Fuente: elaboración propia.

Cuadro 1

Relaciones entre las variables de los componentes del modelo Intellect

Componentes			
Capital humano		Capital estructural	Capital relacional
Presente			
Variables	<ul style="list-style-type: none"> • Liderazgo • Trabajo en equipo • Estabilidad: riesgo de pérdida • Satisfacción del personal • Tipología del personal • Competencias de las personas 	<ul style="list-style-type: none"> • Cultura organizacional • Filosofía del negocio • Procesos de reflexión • Estructura de la organización • Propiedad intelectual • Tecnología de proceso • Tecnología de producto • Procesos de apoyo • Procesos de captación de conocimiento • Mecanismos de transmisión y comunicación • Tecnologías de la información 	<ul style="list-style-type: none"> • Base de clientes relevantes • Lealtad de los clientes • Intensidad de la relación con los clientes • Satisfacción de los clientes • Procesos de servicio y apoyo al cliente • Cercanía al mercado • Notoriedad de la marca • Reputación/nombre de la empresa • Alianzas estratégicas • Interrelaciones con proveedores • Interrelación con los agentes
Futuro			
	<ul style="list-style-type: none"> • Mejora de las competencias • Capacidad de innovación 	<ul style="list-style-type: none"> • Procesos de innovación 	<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de mejora/recreación de la base de clientes

Fuente: elaboración propia.

creto (inventario de capital intelectual), con la visión de proceso, que es prever el futuro corporativo en función de la potencialidad y el desarrollo del capital intelectual. Esta conciliación surge de las relaciones entre componentes.

1.6 Modelo de la Universidad de West Ontario

Propuesto por Bontis (1996), estudia las relaciones de causa-efecto entre los distintos elementos del capital intelectual y su relación con los resultados empresariales del modelo Intellect. En su estudio se verifica que el bloque de capital humano es el factor que explica en gran medida el desempeño empre-

sarial. Sin embargo, Bontis puntualiza que la parte más compleja del asunto es la medición formal del capital intelectual, por lo que sus trabajos presentan varias aproximaciones (Bontis 2001).

Además de los trabajos de Bontis, muchos investigadores han estudiado las relaciones y los desafíos que sugiere el modelo Intellect, así como nuevos desarrollos (Cfr. Bueno, Salmador y Merino; 2008; Meritum, 2000; Roos, Roos, Dragonetti y Edvinsson, 1998). Actualmente, el modelo Intellectus puede considerarse un modelo evolucionado del modelo Intellect. Para mayor detalle del modelo Intellectus, se puede consultar en el Centro de Investigación sobre la Sociedad

del Conocimiento-Instituto de Investigación en Administración del Conocimiento e Innovación de Empresas (CIC-IADE, 2003).

Respecto al problema asociado a la medición del capital intelectual, los trabajos son todavía incipientes; sin embargo, se han realizado aproximaciones tal como los trabajos de Kaplan y Norton (2000) y Bennett (2000), los cuales relacionan el capital intelectual y el *balanced score card*. El trabajo de Bueno, Martín, Rodríguez y Salmador (2006) se aproximan a la medición del capital intelectual a través del *método Delphi*. La propuesta presentada en este artículo se centra en presentar un modelo formal para medir el capital intelectual basado en *sistemas de inferencia difusos*.

2. Sistemas de lógica difusa

La creciente necesidad de darles una solución apropiada a problemas de índole político, económico, social, administrativo y financiero, que parten de percepciones estrictamente humanas y que como tal no cuentan con la suficiente información para aplicar modelos matemáticos convencionales, ha obligado a buscar modelos alternativos con los cuales llegar a valores numéricos a partir de variables expresadas en términos lingüísticos. Por ello la lógica difusa aparece como una de las herramientas que permite hacer esta transformación y que proporciona una visión diferente a la otorgada por la lógica clásica.

La lógica difusa está relacionada y fundamentada en la teoría de los conjuntos difusos, según la cual el grado de pertenencia de un

elemento a un conjunto está determinado por una función de pertenencia que puede tomar todos los valores reales comprendidos en el intervalo $[0, 1]$ (Jang, 1997; Kulkarni, 2001; Kasabov, 1998; Kosko, 1995). De esta manera, mientras que en el marco rígido de la lógica formal la utilidad de una empresa, por ejemplo, es baja (al darle un valor de cero) o es alta (al darle un valor de uno), para la lógica difusa son posibles también todas las condiciones intermedias de utilidad como muy baja, relativamente alta, media, ligeramente baja, etc.

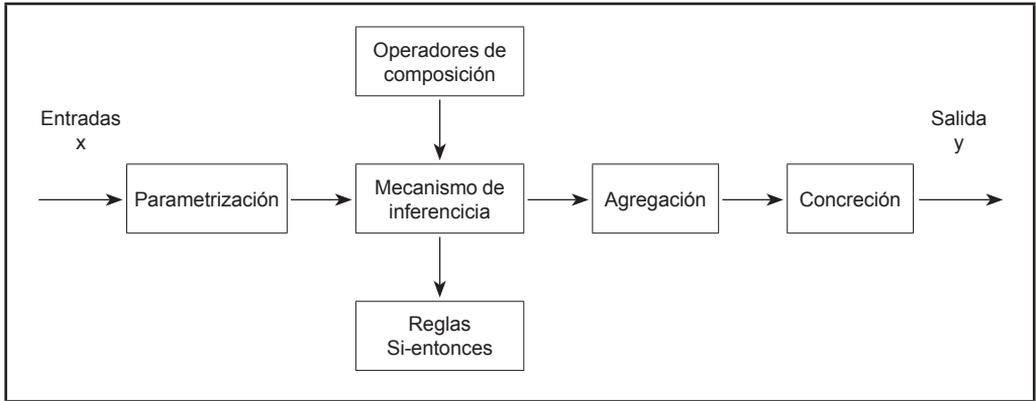
Así, la lógica difusa permite utilizar conceptos relativos de la realidad, definiendo grados variables de pertenencia y siguiendo patrones de razonamiento similares a los del pensamiento humano. En cambio, las condiciones extremas o absolutas asumidas por la lógica formal son sólo un caso particular dentro del universo de la lógica difusa. Esta última permite ser relativamente imprecisa en la representación de un problema y aun así llegar a la solución correcta.

Los sistemas de inferencia difuso tipo Mamdani (1977) fueron los primeros en ser probados de manera práctica. Luego se estableció formalmente que cualquier relación entre variables de entrada y salida puede ser aproximada por medio de un sistema difuso construido en términos lingüísticos con alto grado de exactitud (Kosko, 1994; Wang, 1992). Las etapas que deben cumplirse para el montaje de un sistema de inferencia difuso se muestran en el Gráfico 2.

A continuación se explican los seis pasos que integran un sistema de inferencia difuso:

Gráfico 2

Sistema de inferencia difuso

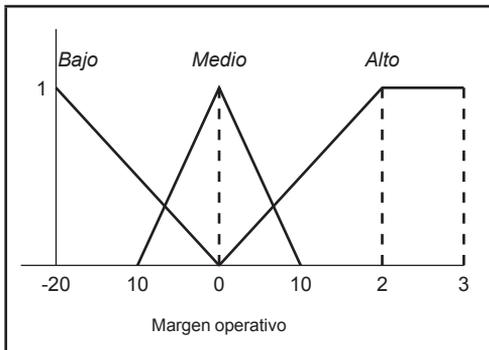


Fuente: elaboración propia.

- *Proceso de parametrización.* En esta primera etapa se definen las variables tanto de entrada como de salida del sistema (variables lingüísticas), sus valores lingüísticos y sus funciones de pertenencia. El Gráfico 3 presenta tres conjuntos difusos con valores lingüísticos bajo, medio, alto para la variable “margen operativo”.
- *Reglas difusas si-entonces.* Estas reglas especifican la relación entre las variables de entrada y salida del sistema. Las relaciones difusas determinan el grado de presencia o ausencia de asociación o interacción entre los elementos de dos o más conjuntos. La regla si-entonces tipo Mamdani asume la forma: “Si X_1 es A_1 y X_2 es A_2 y... X_k es A_k , entonces Y es B ”.

Gráfico 3

Conjuntos difusos y funciones de pertenencia



Fuente: elaboración propia.

Donde A_1, A_2, \dots, A_k, B son valores lingüísticos definidos mediante conjuntos difusos para las variables lingüísticas en el universo del discurso X_1, X_2, \dots, X_k y Y , respectivamente. La parte de la regla “ X_i es A_i ” es llamada el antecedente o premisa y la parte “ Y es B ” es llamada el consecuente o conclusión.

En general, la base de las reglas borrosas se obtiene del conocimiento de expertos mediante entrevistas, cuestionarios o técnicas de panel; sin embargo, en muchas ocasiones no se tiene acceso a dichos

expertos, pero se cuenta con una base de datos de las variables de entrada-salida.

- *Operaciones de composición.* Las operaciones básicas que se realizan con conjuntos difusos son la unión, la intersección, la complementación, el producto cartesiano y el coproducto cartesiano. Dichas operaciones se concretan mediante la aplicación de algún operador binario clasificado como T-normas (para operaciones de intersección) o S-normas (para operaciones de unión) (Kaufman y Gil Aluja, 1990; Trillas, 1980; Jang, Mizutani y Sun, 1997; Kulkarni, 2001; Kasabov, 1998).
- *Mecanismos de inferencia* (razonamiento aproximado). El razonamiento aproximado se usa para derivar conclusiones desde un conjunto de reglas difusas tipo si-entonces y datos de entrada al sistema aplicando relaciones de composición max-min o max-producto. En el Gráfico 4 puede verse el proceso de razonamiento aproximado.
- *Agregación.* En esta etapa del proceso las salidas de cada una de las reglas se combinan para obtener un único conjunto difuso. Las entradas del proceso de agregación son las funciones de pertenencia truncadas obtenidas de la etapa de inferencia para cada una de las n reglas. En el Gráfico 4, el conjunto $C' = C1' \cup C2'$ agrega las funciones truncadas de cada regla.
- *Proceso de concreción.* En esta última etapa se obtiene un valor nítido o concreto (K) a partir del conjunto difuso de salida

C' , el cual proporciona la solución del sistema planteado (véase Gráfico 4). Entre los métodos de concreción más utilizados se encuentran: centroide, bisectriz, media de los máximos, más pequeño de los máximos y más grande de los máximos. Para mayor información sobre el funcionamiento de los sistemas de inferencia difusos consúltese Klir y Yuan (1995) y Yang y Mizutani (1997).

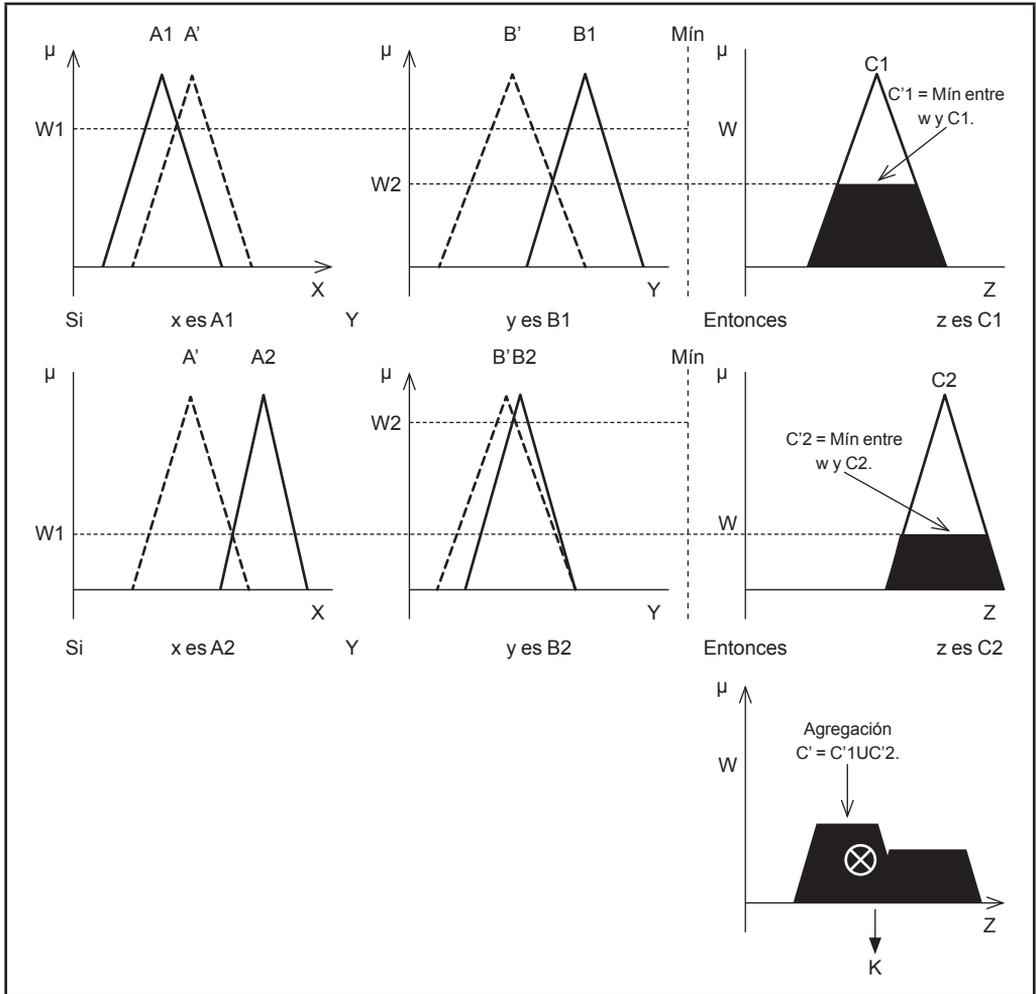
3. Aproximación a la medición del capital intelectual

En esta propuesta se desarrollan la estructura y los componentes del capital intelectual propuestos en el modelo Intellect (Euroforum, 1998), el cual divide la medición en tres ejes temáticos, como son la medición del capital estructural, el capital relacional y el capital humano (Cuadro 1). Según el modelo, cada componente debe ser evaluado mediante una serie de variables a las cuales se le asocian índices o indicadores que permiten medir su estado. La combinación de las variables y su calificación mediante indicadores permite medir el estado o nivel en que se encuentra cada uno de los componentes del capital intelectual y, por ende, del capital intelectual.

En el montaje del sistema se debe definir inicialmente cuáles variables se utilizarán para medir cada uno de los componentes y los indicadores que tendrán asociados. Si la empresa cuenta con un sistema de indicadores es necesario recopilar la información de los indicadores de cada variable y a partir del análisis de la información histórica establecer escalas que permitan ver la evolución de la variable. Por ejemplo, para la variable “satis-

Gráfico 4

Sistema de razonamiento aproximado



Fuente: elaboración propia.

facción del personal” (que corresponde al eje temático de capital humano) debe recopilarse la información de las personas que laboran en la empresa, mediante encuestas que midan su grado de satisfacción, y con el registro de estos eventos, período a período, se ve la evolución de la variable y se establecen escalas o

rangos de satisfacción. En el caso que la empresa no tenga estos indicadores, estos deberán diseñarse como parte integral del sistema.

Otro problema que debe solucionarse en la medición del capital intelectual es cómo agregar cada una de las variables definidas

para los respectivos componentes (capital humano, estructural y relacional) y luego cómo integrar estos componentes entre sí para obtener una medida del capital intelectual unificada para la empresa. En el presente trabajo se propone usar sistemas de lógica difusa con el fin de integrar las variables definidas en cada uno de los componentes, lo cual a su vez permitirá integrarlos en una medida única del capital intelectual. Con lo anterior se identificarán las debilidades y fortalezas asociadas al capital intelectual de la empresa, a fin de establecer una planeación estratégica más efectiva y darnos una idea del valor agregado de la empresa en el mercado.

En el desarrollo del presente trabajo se seleccionaron las tres variables representativas de cada uno de los componentes del capital intelectual a partir de la opinión de expertos y de la facilidad de obtener información (capital humano, capital estructural y capital relacional); sin embargo, la elección de las

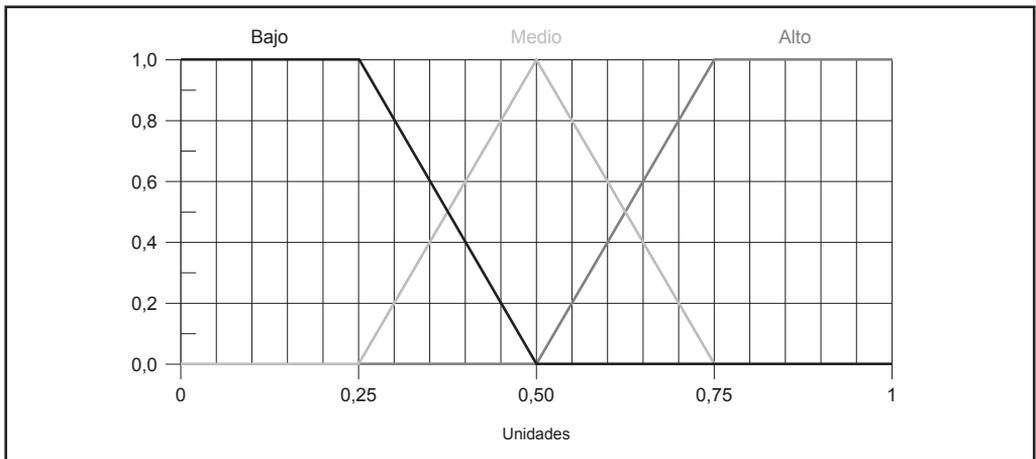
variables definitivas se debe determinar después de un cuidadoso análisis que tenga en cuenta las características de la compañía y la facilidad de obtener la información de cada variable vía indicadores. En este sentido, el presente estudio no identifica las variables principales que explican el valor del capital intelectual desde su perspectiva estratégica de la gestión en una empresa específica, sino que su objetivo es mostrar el proceso para calcular un índice de medición basado en un sistema de lógica difusa, a partir de la evaluación de los diferentes componentes del capital intelectual.

Para efectos prácticos, todas las variables de entrada y salida del sistema de medición de capital intelectual serán modelados mediante conjuntos difusos triangulares como se indica en el Gráfico 5.

A continuación se presenta la definición asociada a las variables de entrada-salida y

Gráfico 5

Conjuntos difusos de las variables de entrada-salida del sistema



Fuente: elaboración propia.

conjuntos difusos asociados a la medición del capital intelectual.

3.1 Capital humano

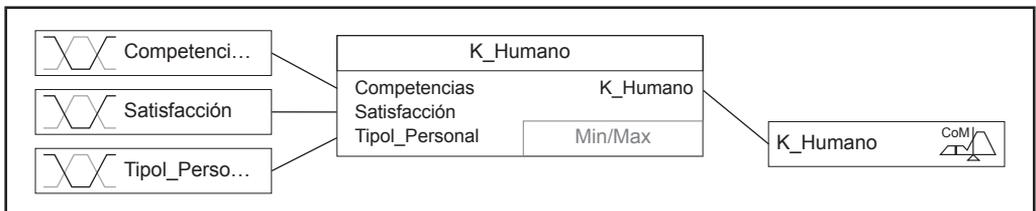
El capital humano comprende todas las competencias individuales, los conocimientos, las destrezas y la experiencia de los empleados y directivos de la empresa, así como de la organización laboral como un todo, incluidos sus valores (por ejemplo, confianza, honestidad, transparencia, atención, entre otros). La mejora del capital humano resulta en un aumento en la capacidad de la producción de la empresa en términos de calidad y eficiencia. Estas capacidades realzadas se adquieren con el entrenamiento, la educación y la experiencia.

El sistema de inferencia difuso para evaluar el capital humano se presenta en el Gráfico 6. La evaluación consideró las variables tipología del personal, nivel de satisfacción y competencias del personal; sin embargo, el modelo Intellect considera otra serie de variables tal como puede verse en el Cuadro 1. Para la variable de salida “capital humano” se consideran tres conjuntos difusos como se indica en el Gráfico 5, definidos de la siguiente forma:

- *Capital humano alto.* Se puede clasificar el capital humano como alto cuando se presentan procesos adecuados en la formación, que sean afines con la labor organizacional; cuando existe un banco de experiencia que minimice los errores, ayude con la optimización de procesos y se alimente con el conocimiento de los miembros de la empresa; cuando se presenten resultados que se convierten en valor agregado o productos de alto desempeño, y cuando la presencia de personal sea indispensable y valorada.
- *Capital humano medio.* Corresponde a este nivel cuando no se aprovechan al máximo las cualidades y fortalezas del personal, pero se procura su funcionalidad en lo esperado y acorde con los fines de la empresa, o cuando el personal responde adecuadamente, pero dentro de la medida que la empresa pronostica.
- *Capital humano bajo.* En esta categoría se presenta abandono, no se explotan ni se estimulan las oportunidades que ofrece el personal, no se considera necesarios el aporte humano ni su presencia y se menosprecia al miembro; además, no se re-

Gráfico 6

Estructura del sistema de lógica difusa para el capital humano



Fuente: elaboración propia.

compensa la buena labor si se procura la satisfacción del personal.

A continuación se definen cada una de las variables de entrada del sistema “tipología del personal”, “competencias de las personas” y “satisfacción del personal”; se definen sus niveles y la base del conocimiento asociada (definición explícita de las relaciones entre variables de entrada-salida).

3.1.1 Variable de entrada: tipología del personal

Esta variable alude al nivel de escolaridad de los integrantes de la empresa; además, relaciona el nivel de escolaridad y la facilidad de producción intelectual. Es un índice que varía acorde con la naturaleza de la empresa y que presenta para cada nivel académico una importancia que lo pondera y que es acorde con el grado de escolaridad que la empresa busca en su personal. Para esta aproximación se proponen tres conjuntos difusos definidos de la siguiente forma:

- *Tipología alta del personal.* Se presenta cuando el número de personas vinculadas que tienen el nivel educativo de mayor importancia (ponderación) es superior al querido por la empresa, sin que esto ocasiona un desperdicio de habilidades o un sobrecosto.
- *Tipología media del personal.* Se presenta cuando el número de personas vinculadas que tienen el nivel educativo al que la empresa otorga mayor importancia es el deseado, es decir, es el justo para el correcto desempeño de la empresa.

- *Tipología baja del personal.* Se presenta cuando el número de personas vinculadas que tienen el nivel educativo al que la empresa otorga mayor importancia es menor que el adecuado, y esto repercute en su correcto funcionamiento.

Cada uno de los niveles definidos para la variable “tipología de personal” se modela mediante conjuntos difusos definidos en el Gráfico 5.

3.1.2 Variable de entrada: competencias de las personas

Esta variable se refiere al conocimiento práctico, a las habilidades adquiridas y a las capacidades aprendidas de un individuo. Es el nivel de excelencia de las competencias individuales, de acuerdo con las necesidades operativas. Garantiza el desarrollo y administración del potencial de las personas, “de lo que saben hacer” o podrían hacer.

De acuerdo con la definición de perfiles de cargo por categorías (Psico Consult, 1999), fundamentado en una obtención de información mediante el análisis documental, las entrevistas selectivas, la observación directa, la contrastación entre experto y novato y la determinación de los incidentes críticos, que son incidentes que afectan el personal, su integridad o su rol dentro del proceso productivo de la empresa, se establecen las actividades que realizan las personas en el cargo.

Esas actividades se clasifican luego en cinco categorías: procedimentales, operativas, transacciones interpersonales, producción intelectual y supervisoras. Para esta variable

se definen tres conjuntos difusos (Gráfico 5) de la siguiente forma:

- *Competencias altas de las personas.* Cuando el personal ha adquirido un nivel de competencias que agrega valor. Esto se refleja en agilidad, efectividad, mejor uso de los recursos, herramientas y conocimientos que sobrepasan la expectativa de la empresa.
- *Competencias medias de las personas.* Es el nivel esperado por la empresa; se refiere a un personal con las competencias mínimas para desarrollar tareas en la empresa.
- *Competencias bajas de las personas.* Se presentan cuando el personal no tiene competencias adecuadas para un buen desempeño en sus funciones ni en la empresa. Esto puede deberse a un mal manejo en el proceso de selección o a unos recursos limitados.

3.1.3 Variable de entrada: satisfacción del personal

Para Gibson et al la satisfacción del personal en el trabajo es una predisposición que los sujetos proyectan acerca de sus funciones laborales:

El resultado de sus percepciones sobre el trabajo, basadas en factores relativos al ambiente en que se desarrolla el mismo, como es el estilo de dirección, las políticas y procedimientos, la satisfacción de los grupos de trabajo, la afiliación de los grupos de tra-

bajo, las condiciones laborales y el margen de beneficios. (Gibson et al., 1996, p. 138)

Para esta variable se estipulan tres conjuntos difusos (Gráfico 5), definidos de la siguiente forma:

- *Satisfacción alta del personal.* Se da cuando la actividad que realiza el personal no es repetitiva, tiene alcance y autonomía; se percibe y promueve el liderazgo; las promociones y el salario son más que satisfactorios; los grupos de trabajo tienen óptimas relaciones; existen condiciones que fomentan el bienestar, y estas son bien recibidas por los integrantes de la empresa.
- *Satisfacción media del personal.* Se considera una satisfacción media cuando el personal no percibe un beneficio superior al esperado sin considerar esta situación un estancamiento. El personal no contempla un cambio de empresa ni siente una motivación más allá de la laboral.
- *Satisfacción baja del personal.* Un nivel bajo representa un personal que no comparte las metodologías de la empresa, que presenta dificultades laborales guiadas por motivos sociales y psicológicos y que busca la oportunidad para no pertenecer a la empresa.

3.1.4 Base de conocimiento

La base de conocimiento se construyó con apoyo de un panel de expertos, que analizó las relaciones implícitas entre las variables

de entrada y salida del sistema definido. Estas relaciones son representadas en forma de reglas del tipo si-entonces y cuentan con un grado de significancia ($0 < \text{DoS} \leq 1$), que simboliza el peso o importancia de la regla en la medición del capital humano propuesta en este trabajo. Este grado de significancia será igual para todas las reglas. Una de dichas relaciones puede ser expresada de la siguiente forma:

Si las competencias del personal son bajas y están asociadas a una baja satisfacción y el personal tiene un nivel educativo medio, entonces el capital humano de la empresa será bajo.

La anterior regla expresa que aunque el nivel educativo del personal sea medio, una baja satisfacción y baja competencia, hacen que la empresa no aproveche de manera adecuada el capital humano de la empresa. La base de conocimiento completa para la medición del capital humano se presenta en el Cuadro 2.

3.2 Capital estructural

El capital estructural es el conocimiento que la empresa consigue volver explícito, sistemático e interno y que, en un principio, puede estar latente en las personas y equipos de la empresa. Quedan incluidos todos aquellos conocimientos estructurados de los que depende la eficiencia interna de la empresa: los sistemas de información y comunicación, la tecnología disponible, los procesos de trabajo, las patentes, los sistemas de gestión, entre otros. Este capital estructural es pro-

iedad de la empresa, queda en ella cuando sus personas la abandonan y es creado por los empleados. De este modo, junto con las personas, constituye lo que generalmente se llama la *organización*.

El sistema de inferencia difuso que evalúa el capital estructural se presenta en el Gráfico 7. Para medirlo sólo se consideraron las variables estructura relacional, procesos de apoyo y tecnologías de la información; sin embargo, el modelo Intelect toma en cuenta otras variables, como puede verse en el Cuadro 1. Para la variable de salida “capital estructural” se tuvieron presente tres conjuntos difusos (Gráfico 5), definidos de la siguiente forma:

- *Capital estructural alto.* Corresponde a niveles altos de inversión en tecnologías de la información y altos procesos de efectos de mejoramiento y continuidad en los procesos de la empresa.
- *Capital estructural medio.* Corresponde a niveles medios de inversión en tecnologías de la información relacionados con un adecuado mejoramiento y continuidad de los procesos.
- *Capital estructural bajo.* Corresponde a que la empresa invierte poco en tecnología de la información, los procesos de apoyo para el mejoramiento de procesos es inadecuado y la estructura relacional de las personas de la compañía no es la más adecuada para la estabilidad, cumplimiento, generación y mejoramiento de los procesos.

Cuadro 2

Base de conocimiento para medir el capital humano

Si			Entonces	
Competencias	Satisfac_persona	Tipología_person	DoS	K_humano
Bajo	Bajo	Bajo	1,00	Bajo
Bajo	Medio	Bajo	1,00	Bajo
Bajo	Alto	Bajo	1,00	Bajo
Medio	Bajo	Bajo	1,00	Bajo
Medio	Medio	Bajo	1,00	Medio
Medio	Alto	Bajo	1,00	Medio
Alto	Bajo	Bajo	1,00	Medio
Alto	Medio	Bajo	1,00	Medio
Alto	Alto	Bajo	1,00	Medio
Bajo	Bajo	Medio	1,00	Bajo
Bajo	Medio	Medio	1,00	Bajo
Bajo	Alto	Medio	1,00	Medio
Medio	Bajo	Medio	1,00	Medio
Medio	Medio	Medio	1,00	Medio
Medio	Alto	Medio	1,00	Medio
Alto	Bajo	Medio	1,00	Medio
Alto	Medio	Medio	1,00	Medio
Alto	Alto	Medio	1,00	Alto
Bajo	Bajo	Alto	1,00	Bajo
Bajo	Medio	Alto	1,00	Medio
Bajo	Alto	Alto	1,00	Medio
Medio	Bajo	Alto	1,00	Medio
Medio	Medio	Alto	1,00	Medio
Medio	Alto	Alto	1,00	Alto
Alto	Bajo	Alto	1,00	Medio
Alto	Medio	Alto	1,00	Alto
Alto	Alto	Alto	1,00	Alto

Fuente: elaboración propia.

Gráfico 7

Estructura del sistema de lógica difusa para el capital estructural



Fuente: elaboración propia.

A continuación se definen cada una de las variables de entrada del sistema: las tecnologías de la información, los procesos de apoyo, la estructura relacional y la base de conocimiento.

3.2.1 Variable de entrada: tecnologías de la información

Esta variable indica cómo se está manejando la información en la empresa y les da relevancia a las inversiones que se hacen para mejorar los medios de comunicación, transmisión y manejo de información importante para la empresa, que les dan un valor agregado a esta. De manejarse una buena inversión en tecnologías de la información, se posee un buen potencial para hacer crecer el capital estructural de la empresa. (La inversión en tecnologías puede expresarse en relación con los costos totales). Para esta variable se estipulan tres conjuntos difusos (Gráfico 5), definidos de la siguiente forma:

- *Tecnologías altas de la información.* Cuando la empresa hace inversiones muy representativas en el mejoramiento de las tecnologías de la información y obtiene una ventaja competitiva en el corto o en el mediano plazo.

- *Tecnologías medias de la información.* Cuando la empresa invierte, pero todavía su inversión no es tanta como para obtener un cambio real o sustancial en el manejo de la información en la industria.
- *Tecnologías bajas de la información.* Cuando la empresa no invierte o invierte poco en el mejoramiento o implementación de tecnologías de la información.

3.2.2 Variable de entrada: procesos de apoyo

Esta variable indica qué tan eficiente se es con el manejo del personal de apoyo —esto es, los empleados que no hacen parte del proceso de transformación y generación de servicios, así como supervisores, gerente, contadores, analistas de costos, jefes de mercadeo—, viendo si se tiene un nivel adecuado o si, por el contrario, para su nivel no se obtienen los resultados esperados.

El personal de apoyo, fuera de promover el aumento de las ventas, debe promover mejoras en los procesos y métodos de la empresa para realizar más eficientemente sus objetivos organizacionales. En esta variable se

estipulan tres conjuntos difusos (Gráfico 5), definidos de la siguiente forma:

- *Procesos altos de apoyo.* Cuando el personal de apoyo, además de justificar la cantidad de personas de apoyo con un buen nivel de ventas, también aporta al crecimiento y fortalecimiento del capital estructural de la empresa.
- *Procesos medios de apoyo.* Cuando el personal de apoyo logra un nivel de ventas que justifica la cantidad de personal de apoyo, pero este no aporta al mejoramiento del capital estructural.
- *Procesos bajos de apoyo.* Cuando el personal de apoyo no alcanza a tener un buen volumen de ventas, comparado con la cantidad de personal de apoyo, ni tampoco se hacen contribuciones para mejorar los procesos y métodos establecidos en la empresa para su operación.

3.2.3 Variable de entrada: estructura relacional

Esta variable mide aspectos relacionados con el personal de la empresa, como procesos de capacitación, comunicación, relaciones entre jóvenes y adultos, rotación del personal de apoyo, edad de la empresa, relaciones entre personal con experiencia y sin esta, etc. Esto garantiza la continuación y la mejora de los procesos de la compañía, de tal manera que haya estabilidad en el capital estructural. Para esta variable se estipulan tres conjuntos difusos (Gráfico 5), definidos de la siguiente forma:

- *Estructura relacional alta.* La estructura organizacional permite tanto crear como continuar con planes de mejoramiento del capital estructural y con ello garantiza la continuación total del valor agregado que produce el capital intelectual aplicado en la estructura interna de la empresa.
- *Estructura relacional media.* La estructura organizacional es tal que no permite crear nuevos procesos de mejoramiento del capital estructural, pero sí continuar con procesos de mejoramiento de la estructura interna de la empresa, antes establecidos.
- *Estructura relacional baja.* Es cuando se tiene una estructura organizacional que no permite la existencia ni la continuidad de procesos de mejoramiento del capital estructural de la empresa.

3.2.4 Base de conocimiento

La base de conocimiento para medir el capital estructural se presenta en el Cuadro 3.

3.3 Capital relacional

El capital relacional es el reflejo del valor que tiene el conjunto de las relaciones que posee la empresa con el entorno, teniendo en cuenta que la sostenibilidad y la calidad de clientes actuales es fundamental para la generación de clientes futuros y la estabilidad de la empresa; además, el capital relacional incluye las relaciones con otros agentes del entorno empresarial, como los proveedores, la competencia o el gobierno, los cuales son

Cuadro 3

Base de conocimiento para medir el capital estructural

Si			Entonces	
Estru_relacional	Proc_apoyo	Tec_d_Info	DoS	K_estructu
Bajo	Bajo	Bajo	1,00	Bajo
Medio	Bajo	Bajo	1,00	Bajo
Alto	Bajo	Bajo	1,00	Bajo
Bajo	Medio	Bajo	1,00	Bajo
Medio	Medio	Bajo	1,00	Bajo
Alto	Medio	Bajo	1,00	Bajo
Bajo	Alto	Bajo	1,00	Bajo
Medio	Alto	Bajo	1,00	Medio
Alto	Alto	Bajo	1,00	Medio
Bajo	Bajo	Medio	1,00	Bajo
Medio	Bajo	Medio	1,00	Bajo
Alto	Bajo	Medio	1,00	Bajo
Bajo	Medio	Medio	1,00	Bajo
Medio	Medio	Medio	1,00	Bajo
Alto	Medio	Medio	1,00	Medio
Bajo	Alto	Medio	1,00	Medio
Medio	Alto	Medio	1,00	Medio
Alto	Alto	Medio	1,00	Alto
Bajo	Bajo	Alto	1,00	Bajo
Medio	Bajo	Alto	1,00	Bajo
Alto	Bajo	Alto	1,00	Medio
Bajo	Medio	Alto	1,00	Medio
Medio	Medio	Alto	1,00	Medio
Alto	Medio	Alto	1,00	Medio
Alto	Alto	Alto	1,00	Medio
Medio	Alto	Alto	1,00	Alto
Bajo	Alto	Alto	1,00	Alto

Fuente: elaboración propia.

de importancia para fortalecer la empresa. Al entender que el capital relacional ayuda a la empresa a ser un sistema abierto, se deben considerar las interacciones con el exterior para lograr ventajas competitivas y, en última instancia, lograr el éxito de la empresa.

El sistema de inferencia difuso para evaluar el capital relacional se presenta en el Gráfico 8. Entre tanto, en la medición del capital relacional sólo se consideraron las siguientes variables: alianzas estratégicas, satisfacción de clientes y lealtad de los clientes. Sin embargo, el modelo Intellect considera otras, como puede verse en el Cuadro 1.

Para la variable de salida “capital relacional” se consideran tres conjuntos difusos, definidos de la siguiente forma:

- *Capital relacional alto.* La empresa tiene conciencia de la importancia de interactuar y aliarse con la competencia; además, la empresa sabe que es fundamental tener clientes que sean fieles hacia ella, pues con esto brinda una estabilidad de la empresa en el entorno.
- *Capital relacional medio.* Existen lazos que unen a la empresa con sus proveedo-

res y con los clientes. En la compañía se tiene en cuenta la perspectiva que se tiene de ella desde el exterior y aplica, en lo posible, los cambios que requiere para su mejoramiento.

- *Capital relacional bajo.* Sólo existe una conexión con el exterior por parte de la empresa, entregar un producto y abastecerse de materias primas; con esto, la compañía se encuentra en un estancamiento de mercado y los clientes son indiferentes a lo que pueda pasar con ella.

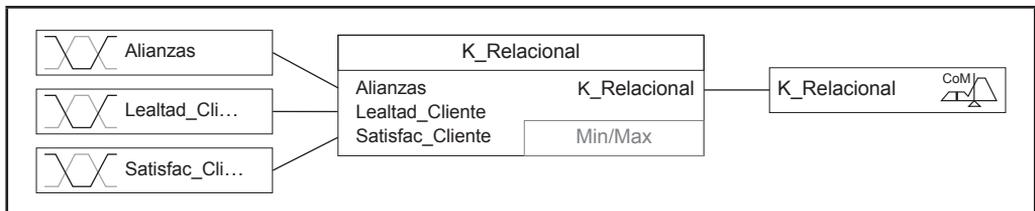
A continuación se definen cada una de las variables de entrada del sistema: las alianzas estratégicas, la satisfacción de los clientes, la lealtad de estos y la base de conocimiento.

3.3.1 Variable de entrada: alianzas estratégicas

Las alianzas estratégicas son coaliciones formales entre dos o más organizaciones, a fin de constituir empresas en el corto plazo, originadas en relaciones de oportunidad o permanentes, como una forma de sociedad entre los participantes (Rojas y Yepes, 2004). Con estas sociedades, se busca confrontar a los competidores para aumentar la capacidad

Gráfico 8

Estructura del sistema de lógica difusa para el capital relacional



Fuente: elaboración propia.

de mercado; por esto las alianzas estratégicas se toman como aspectos importantes para la adecuada atención del cliente en un ambiente globalizado.

En el caso de las pymes, las alianzas estratégicas podrían estar representadas por los convenios que se realizan con proveedores de materia prima, distribuidores, almacenes de cadena, para un mejoramiento de su fuerza de ventas, de la calidad y del servicio. En esta variable se estipulan tres conjuntos difusos (Gráfico 5), definidos de la siguiente forma:

- *Buenas alianzas estratégicas.* Se tiene un nivel óptimo de alianzas para el crecimiento de la empresa con su entorno. En este sentido, existen adecuadas alianzas que ayudan al crecimiento del mercado y en el servicio posventa, que garantizan un buen crecimiento de la empresa.
- *Algunas alianzas estratégicas.* No se han tomado las suficientes alianzas estratégicas, pero se está creando una ideología de su importancia para su mejoramiento competitivo. Por otra parte, las alianzas estratégicas desarrolladas sólo se enfocan en el crecimiento del mercado, mas no en el mejoramiento del servicio de posventa.
- *Pocas alianzas estratégicas.* El interés de la empresa no está destinado a mejorar la competitividad por medio de las alianzas, para llegar a mayores mercados y optimizar la atención de los clientes que la empresa actualmente posee.

3.3.2 Variable de entrada: satisfacción de los clientes

Se debe tener claro que la satisfacción de los clientes es una medida de la eficiencia de la empresa, ya que al tenerlos felices, estos realizarán futuras compras, y los clientes satisfechos traerán nuevos clientes, y con esto se crearán posibles aumentos de la captación del mercado por parte de la empresa.

La satisfacción de los clientes se mide generalmente por medio de encuestas, que determinan la percepción que tiene el consumidor del servicio, del producto y, en general, de la empresa. Para esta variable se estipulan tres conjuntos difusos (Gráfico 5), definidos de la siguiente forma:

- *Alta satisfacción de los clientes.* Perciben que el servicio de posventa es bueno; además, la calidad y la atención en las ventas es un objetivo fundamental de la empresa. Esta satisfacción crea lazos entre empresa y cliente, y con estos se ayuda al mejoramiento de la compañía.
- *Media satisfacción de los clientes.* Perciben que la empresa desarrolla servicios de apoyo y productos adecuados a sus necesidades; sin embargo, la empresa está conforme con lo que les ofrece y no existen planes de mejoramiento.
- *Baja satisfacción de los clientes.* Los servicios y los productos de la empresa generan poca satisfacción en los clientes, debido a un inadecuado servicio de posventa, a mala calidad, a precios altos,

a mala atención, entre otros, que lleva a la pérdida de los clientes que se tienen actualmente.

3.3.3 *Variable de entrada: lealtad de los clientes*

La lealtad de los clientes se relaciona con la preferencia por los productos y los servicios de la empresa, con una recurrencia o continuidad en la adquisición de estos. Lo anterior proporciona buenos indicios de la estabilidad de la empresa en el mercado y permite generar confianza en la rentabilidad. Se debe tener en claro que para la medida de la lealtad se toman en consideración algunos indicadores relacionados con el tipo de cliente, la duración del cliente, el papel del cliente, al apoyo al cliente y el éxito con él. Para esta variable se estipulan tres conjuntos difusos (Gráfico 5), definidos de la siguiente forma:

- *Alta lealtad de los clientes.* La confianza de un buen producto ya está en la mentalidad de los clientes, y estos dan una estabilidad a la empresa que la ayuda a mantenerse en el mercado. Los clientes no contemplan la posibilidad de recurrir a otro proveedor.
- *Media lealtad de los clientes.* Los clientes se están acoplando a la empresa, pero no es la mejor opción del mercado, con lo que existe el riesgo de perderlos. La rotación de los clientes que compran productos o servicios de la empresa es menor, es decir, los clientes muestran una mejor aceptación de estos, lo que disminuye la frecuencia de cambio de proveedores.

- *Baja lealtad de los clientes.* La rotación de los clientes que compran productos o servicios de la empresa es alta, es decir, los clientes tienden a cambiar de proveedor. Lo anterior puede provocar procesos estacionales en los ingresos de la compañía.

3.3.4 *Base de conocimiento*

La base de conocimiento para medir el capital humano se presenta en el Cuadro 4.

3.4 *Variable de salida: capital intelectual*

El valor contable de las empresas está constituido por el valor de sus activos tangibles, como edificaciones, maquinaria, vehículos, entre otros. Normalmente el valor contable es inferior al valor de mercado; entonces, de forma simplificada, el capital intelectual de una empresa se configuraría como la diferencia entre estos valores.

Ante esta consideración del capital intelectual, cabe preguntarse qué aprecia el mercado de una empresa para calcular el diferencial entre los activos y su valor de mercado. Los analistas consideran precisamente aquellos aspectos relacionados con el conocimiento. Por esta razón las empresas son cada vez más conscientes de controlar este conocimiento y de medirlo con el fin de propiciar mayor conocimiento.

La medición del capital intelectual integra cada uno de los componentes analizados: capital humano, capital estructural y capital

Cuadro 4

Base de conocimiento para medir el capital relacional

Si			Entonces	
Alianzas	Lealtad_cliente	Satisfac_cliente	DoS	K_relacional
Pocas	Bajo	Bajo	1,00	Bajo
Pocas	Medio	Bajo	1,00	Bajo
Pocas	Alto	Bajo	1,00	Bajo
Pocas	Bajo	Medio	1,00	Bajo
Pocas	Medio	Medio	1,00	Medio
Pocas	Alto	Medio	1,00	Medio
Pocas	Bajo	Alto	1,00	Bajo
Pocas	Medio	Alto	1,00	Medio
Pocas	Alto	Alto	1,00	Medio
Algunas	Bajo	Bajo	1,00	Bajo
Algunas	Medio	Bajo	1,00	Bajo
Algunas	Alto	Bajo	1,00	Medio
Algunas	Bajo	Medio	1,00	Medio
Algunas	Medio	Medio	1,00	Medio
Algunas	Alto	Medio	1,00	Medio
Algunas	Bajo	Alto	1,00	Medio
Algunas	Medio	Alto	1,00	Medio
Algunas	Alto	Alto	1,00	Alto
Muchas	Bajo	Bajo	1,00	Medio
Muchas	Medio	Bajo	1,00	Medio
Muchas	Alto	Bajo	1,00	Medio
Muchas	Bajo	Medio	1,00	Alto
Muchas	Medio	Medio	1,00	Alto
Muchas	Alto	Medio	1,00	Alto
Muchas	Bajo	Alto	1,00	Alto
Muchas	Medio	Alto	1,00	Alto
Muchas	Alto	Alto	1,00	Alto

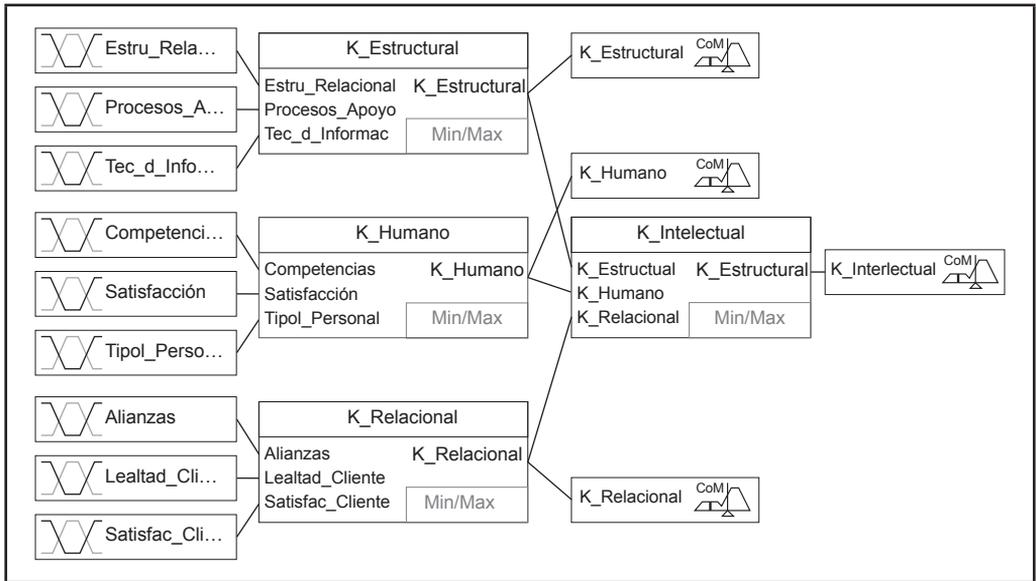
Fuente: elaboración propia.

relacional. El sistema de inferencia difuso para la evaluación del capital intelectual se presenta en el Gráfico 9.

Los conjuntos difusos asociados al capital intelectual se presentan en el Gráfico 10.

Gráfico 9

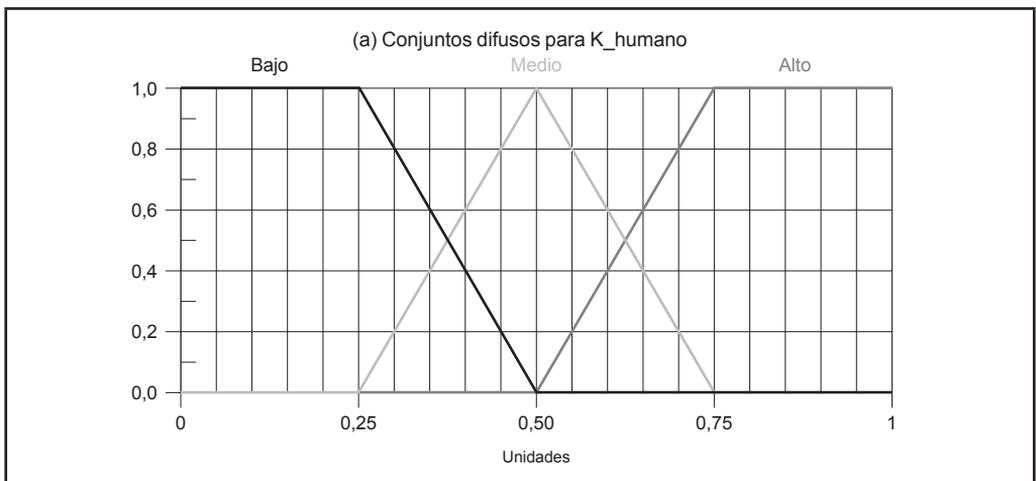
Estructura del sistema de lógica difusa para el capital intelectual



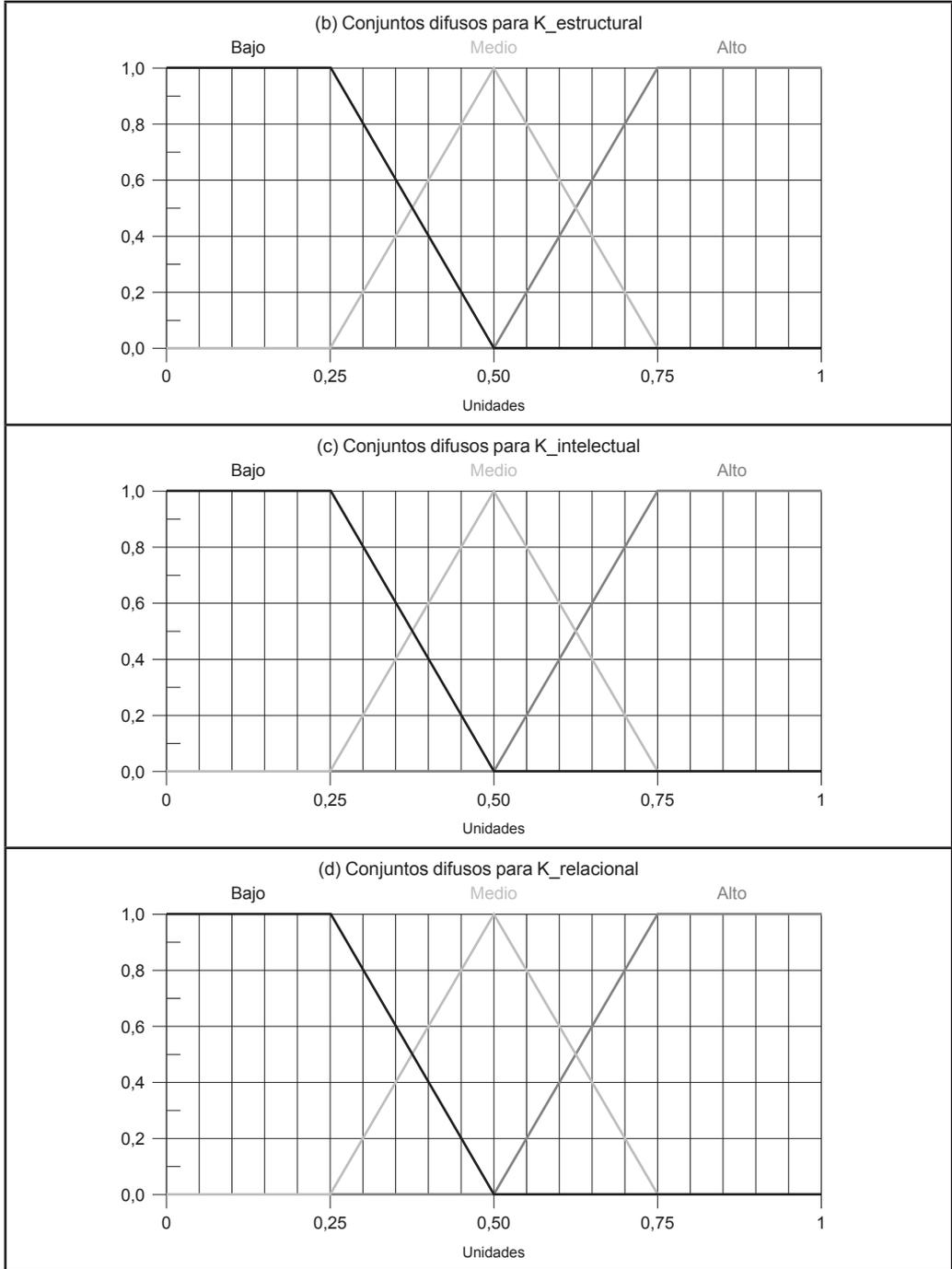
Fuente: elaboración propia.

Gráfico 10

Conjuntos difusos asociados al capital intelectual



Continúa



Fuente: elaboración propia.

Los conjuntos difusos asociados al capital intelectual se definen a continuación:

- *Capital intelectual alto.* La empresa crea lazos de lealtad con los clientes y, además, forma alianzas estratégicas con proveedores y competencia. Existe alta inversión en tecnologías de la información, que logra que los procesos de mejoramiento tengan continuidad y, además, haya cabida para un mejoramiento continuo con el cual no se pierdan los adelantos pasados en la empresa. Por otra parte, se les brinda espacios de participación a los empleados para que tomen una actitud proactiva en el trabajo y se aprovechen todas sus capacidades.
- *Capital intelectual medio.* La empresa forma lazos con sus proveedores y sus clientes; pero todavía no se realizan alianzas estratégicas que potencien su conocimiento del entorno. En la estructura interna, la empresa hace inversiones en tecnologías y logra que sus programas

de mejoramiento se mantengan con el tiempo; también logra que sus empleados cumplan con las metas de la empresa, pero no se animan a proponer ideas. El personal cuenta con una capacitación y nivel académico adecuado para las funciones de la empresa.

- *Capital intelectual bajo.* No existe conexión con el entorno de la empresa, es decir, hay indiferencia entre la empresa y el resto de agentes de la cadena de valor; no se está haciendo un manejo adecuado de la información interna de la empresa, ni hay preocupación por invertir en mejorar la estructura de comunicación. Se desaprovechan las capacidades intelectuales de los trabajadores o no se tiene personal lo suficientemente capacitado.

3.4.1 Base de conocimiento

La base de conocimiento para medir el capital intelectual se presenta en el Cuadro 5.

Cuadro 5

Base de conocimiento para medir el capital intelectual

Si			Entonces	
K_estructural	K_humano	K_relacional	DoS	K_intelectual
Bajo	Bajo	Bajo	1,00	Bajo
Bajo	Medio	Bajo	1,00	Bajo
Bajo	Alto	Bajo	1,00	Bajo
Medio	Bajo	Bajo	1,00	Bajo
Medio	Medio	Bajo	1,00	Medio
Medio	Alto	Bajo	1,00	Medio
Alto	Bajo	Bajo	1,00	Bajo

Continúa

Si			Entonces	
K_estructural	K_humano	K_relacional	DoS	K_intelectual
Alto	Medio	Bajo	1,00	Medio
Alto	Alto	Bajo	1,00	Medio
Bajo	Bajo	Medio	1,00	Bajo
Bajo	Medio	Medio	1,00	Medio
Bajo	Alto	Medio	1,00	Medio
Medio	Bajo	Medio	1,00	Medio
Medio	Medio	Medio	1,00	Medio
Medio	Alto	Medio	1,00	Alto
Alto	Bajo	Medio	1,00	Medio
Alto	Medio	Medio	1,00	Medio
Alto	Alto	Medio	1,00	Alto
Bajo	Bajo	Alto	1,00	Bajo
Bajo	Medio	Alto	1,00	Medio
Bajo	Alto	Alto	1,00	Medio
Medio	Bajo	Alto	1,00	Medio
Medio	Medio	Alto	1,00	Medio
Medio	Alto	Alto	1,00	Alto
Alto	Bajo	Alto	1,00	Medio
Alto	Medio	Alto	1,00	Alto
Alto	Alto	Alto	1,00	Alto

Fuente: elaboración propia.

3.4.2 Superficies difusas

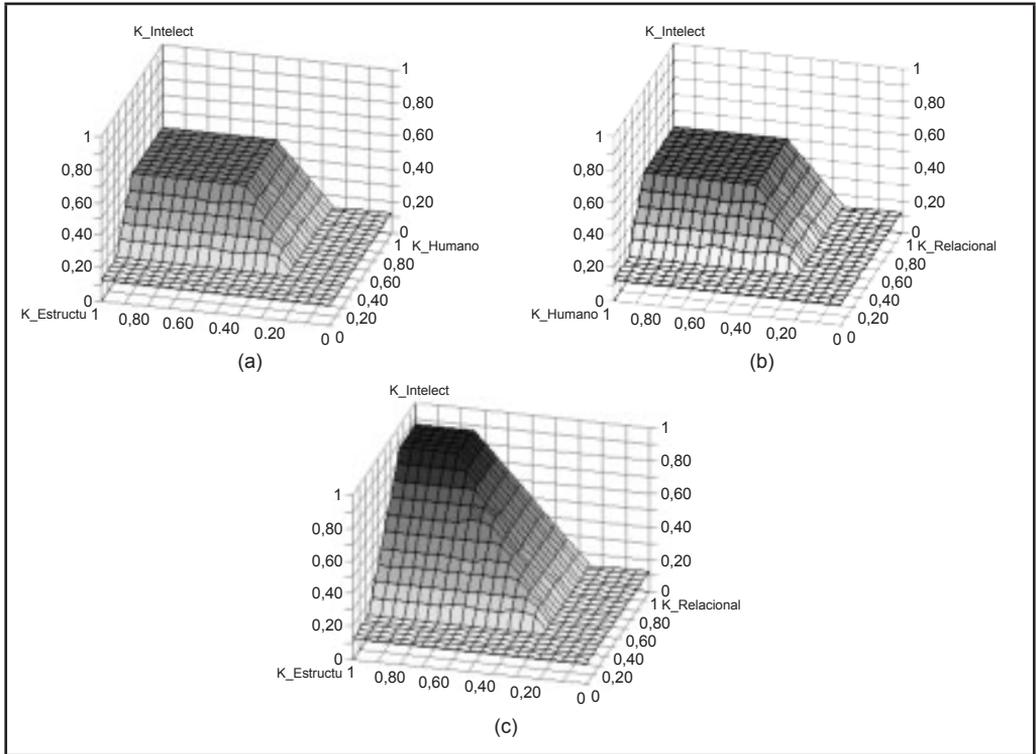
Las superficies difusas que muestran las relaciones entre los componentes capital humano, capital estructural y capital relacional se muestran en el Gráfico 11.

El Gráfico 11a muestra cómo el capital intelectual es afectado por los capitales estructu-

ral y humano. Esta relación presenta características similares cuando se mira la influencia del capital humano y el capital relacional (Gráfico 11b), y muestra que la máxima medida que puede obtenerse para estas combinaciones es de 0,50, la cual si se compara con el Gráfico 11c, se observa que la medida del capital intelectual se aumenta en casi el doble en su relación con capital estructural y rela-

Gráfico 11

Superficies difusas de las relaciones entre componentes del capital intelectual



Fuente: elaboración propia.

cional. Estos resultados pueden orientar las decisiones estrategias de la empresa.

3.5 Propuesta de índice de medición para la variable tipología de personal

La aproximación propuesta debe partir esencialmente de las características de la empresa, y por ello debe ajustarse a sus políticas estratégicas y especificidades. Este ajuste se ve reflejado en los índices o indicadores que se implementen para medir cada una de las variables que sustentan el modelo de medición del capital intelectual expuesto.

A modo de ejemplo, podemos asociar un índice a la variable “tipología del personal” que permita medirla. Este índice se pondera, normaliza e ingresa al sistema difuso, el cual recibe la información de las diferentes variables que permiten medir el capital intelectual (Gráfico 9).

3.5.1 Establecer el índice

Para iniciar el proceso, debemos definir un índice a la variable “tipología del personal”; a su vez, definir un rango, una forma de medición del capital intelectual expuesto.

dición y la periodicidad de medición. Para el caso de la “tipología del personal” se utiliza:

$$Xi = \frac{\text{Número de personas con nivel educativo}_i}{\text{Total de personal}}$$

De manera específica:

$$\frac{\text{Nº de Profesionales}}{\text{Total de personal}}; \frac{\text{Nº de Personal técnico}}{\text{Total de personal}};$$

$$\frac{\text{Nº personas con educación básica}}{\text{Total de personal}};$$

$$\frac{\text{Nº de personas sin educación}}{\text{Total de personal}}$$

De igual forma para cada nivel que se considere pertinente, los valores de Xi están entre 0 y 1.

3.5.2 Ponderación

Cada valor del índice obtenido Xi se pondera de acuerdo con la estructura o importancia que se considere adecuada para la empresa (Yi = definido como política estratégica, es el óptimo); puede ser el porcentaje de cada tipo de nivel que se desea en la empresa o una simple calificación que otorgue un grado de prioridad. Por ejemplo, la empresa definió que debe tener una estructura de personal como 60% de profesionales, 30% de personal técnico, 5% de personal con educación básica y 5% de personal sin educación. La ponderación utilizada determina el rango de la medición, para la variable, en nuestro caso, está definida en un rango entre 0% y 100% (0-1).

Ahora, para estandarizar la medida y poderla ingresar al sistema de inferencia difuso, se normaliza la suma ponderada dividiéndola por la ponderación óptima con el fin de obtener una medida entre 0 y 1. La ponderación óptima se encuentra como: $Y = \sum Y_i^2$

Nótese que si la variable no tiene niveles, el valor de la estandarización sería de 100% o bien 1. Es este valor estandarizado el que se ingresa al sistema para ser evaluado y relacionado. Todo el procedimiento se resume en el Cuadro 6.

Cuadro 6

Resumen de la propuesta de aplicación

	Valor del índice Xi	Ponderación Yi	Valor ponderado
Profesionales	0,60	0,60	0,3600
Técnicos	0,20	0,30	0,0600
Básica	0,17	0,05	0,0085
Sin educación	0,03	0,05	0,0015
Total	1,00		0,4300
Ponderación óptima		$Y = \sum Y_i^2 = \mathbf{0,4550}$	
Normalización		N = 0,43 / 0,455 = 0,9451	

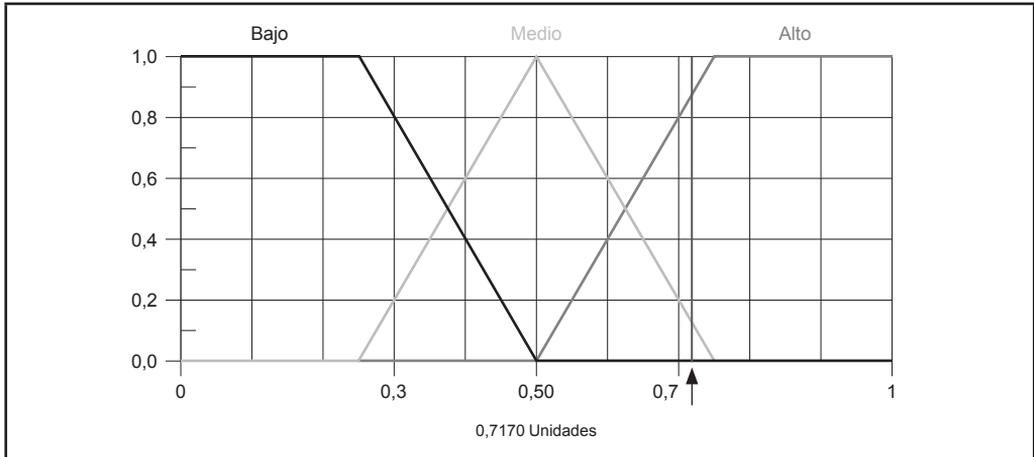
Fuente: elaboración propia.

El valor de 0,9451 corresponde a un nivel alto de la variable *tipología del personal* (Gráfico 12).

Este procedimiento debe ser repetido para cada uno de los índices o indicadores propuestos por la empresa, a fin de medir cada una de las variables que componen el capital intelectual.

Gráfico 12

Grado de pertenencia del valor para tipología del personal



Fuente: elaboración propia.

Conclusiones

El sistema de lógica difusa planteado para medir el capital intelectual de la empresa es una herramienta de gestión que facilita la planeación y la evaluación estratégica en esta. El sistema propuesto es adaptable y considerablemente flexible, pues acepta diferentes formas de información para recoger datos; de esta manera se reducen los limitantes de su aplicación. La metodología y su estructura permiten que el sistema se ajuste a las necesidades y perspectivas específicas de la empresa; esto se deriva de la ponderación y obtención de los índices de manera casi única por cada empresa.

La transformación de criterios subjetivos de un análisis de capital intelectual a expresiones cuantificables por medio de la lógica difusa hace que la valoración del valor agregado de las empresas sea cada vez más

acertada. El modelo propuesto logra integrar variables que inicialmente se encontraban desagregadas y que no presentaban una relación clara en el análisis de la literatura consultada.

La propuesta de medición del capital intelectual basada en lógica difusa puede lograr resultados que se ajusten más a la realidad de los conceptos y requerimientos de la medición del capital intelectual y lograr una medición más objetiva, cuya aproximación va más allá de la simple aplicación de modelos matemáticos y estadísticos.

Los limitantes del presente trabajo se centran en que para su desarrollo se seleccionaron tres variables representativas de cada uno de los componentes del capital intelectual (capital humano, capital estructural y capital relacional); sin embargo, la elección de las variables definitivas para casos de empresas

específicas se debe realizar mediante un cuidadoso análisis que tenga en cuenta el tipo de compañía y la facilidad de la obtención de la información, es decir, el presente estudio no identificó las variables principales que explican el valor del capital intelectual, desde su perspectiva estratégica de la gestión para una empresa específica. El objetivo se centró en mostrar el proceso de cálculo de índices que evalúan los componentes del capital basado en un sistema de lógica difusa.

Futuros estudios del presente trabajo están asociados a determinar las variables relevantes de medición de capital intelectual para empresas específicas, la extensión de la metodología al modelo Intellectus de capital intelectual como un modelo evolucionado del Intelect y las relaciones existentes en la medición con el desempeño empresarial. Por otra parte, el capital intelectual se puede asociar por su relación con el valor de mercado de la empresa mediante el valor presente del flujo de caja libre, lo que posibilitaría asignarle un valor económico. En este sentido, el valor del capital intelectual se puede interpretar como el valor de mercado agregado por la administración, el cual tiene en cuenta factores relacionados con el cliente, el mercado, la tecnología, entre otros.

Lista de referencias

- Bennett Stewart, G. III. (1999). *En busca del valor*. Madrid: Gestión 2000.
- Bontis, N. (1996). There's a price on your head: managing intellectual capital strategically. *Business Quarterly*, Summer, 40-47.
- Bontis, N. (1998). Intellectual capital: an exploratory study that develops measures and models. *Management Decision*, 36 (2), 63-76.
- (2001). Assessing knowledge assets: A review of the models used to measure intellectual capital. *International Journal of Management Reviews*, 3 (1), 41-60.
- Bozbura, F. T.; Beskese, A. and Kahrama, C. (2007). Prioritization of human capital measurement indicators using fuzzy AHP. *Expert Systems with Applications: An International Journal*, 32 (4), 1100-1112.
- Brooking, A. (1997). *El capital intelectual*. Barcelona: Paidós Ibérica.
- Bueno, E.; Martín, G.; Rodríguez, O. and Salmador, M. P. (2006). Internal logic of intellectual capital: a biological approach. *Journal of Intellectual Capital*, 7 (3), 394-405.
- Bueno, E.; Salmador, M. P. y Merino, C. (2008). Génesis, concepto y desarrollo del capital intelectual en la economía del conocimiento: una reflexión sobre el modelo Intellectus y sus aplicaciones. *Estudios de Economía Aplicada*, 26 (2), 43-64.
- Centro de Investigación sobre la Sociedad del Conocimiento (CIC) e Instituto Universitario de Investigación en Administración del Conocimiento e Innovación de Empresas (IADE), (2003). *Modelo Intellectus: medición y gestión del capital intelectual*. Madrid: Universidad Autónoma de Madrid.
- Cuesta, A.; Alcaide, I. y López, C. R. (2007). Capital humano y e-RRHH. *Ingeniería Industrial*, 28 (1), 3-8.

- Edvinson, L. y Malone, M. S. (1998). *El capital intelectual*. Bogotá: Grupo Editorial Norma.
- (1997). *Intellectual capital: realizing your company's true value by finding its Hidden Brainpower*. New York: HarperBusiness.
- Euroforum (1998). *Medición del capital intelectual: modelo Intellect*. Madrid: I. U. Euroforum Escorial.
- Gibson, J. et al. (1996). *Las organizaciones* (8a ed.). Madrid: McGraw Hill.
- Jang, J.; Mizutani, E. and Sun, C. (1997). *Neuro-fuzzy and soft computing: A computational approach to learning and machine intelligence*. New York: Prentice Hall.
- Kaplan, R. S. y Norton, D. (2000). *Cuadro de mando integral (The Balanced Scorecard)*. Madrid: Gestión 2000.
- Kasabov, N. (1998). *Foundations of neural networks, fuzzy systems and knowledge engineering*. Cambridge: The MIT Press.
- Kaufman, A. y Gil Aluja, J. (1990). *Las matemáticas del azar y la incertidumbre: elementos básicos para su aplicación en economía*. Madrid: Ramón Areces.
- Klir, J. G. and Yuan, B. (1995). *Fuzzy set and fuzzy logic: theory and applications*. New York: Prentice Hall.
- Kosko, B. (1994). *Pensamiento borroso: la nueva ciencia de la lógica borrosa*. Barcelona: Crítica.
- Kulkarni, A. (2001). *Computer vision and fuzzy-neural systems*. New York: Prentice Hall.
- Mamdani, E. H. (1977). Application on Fuzzy Logic to approximate reasoning using linguistic synthesis. *IEEE Transactions on computers*, C26, 1182-1191.
- Meritum (2000, 27-29 de enero). *Guidelines for the measurement and disclosure of intangibles*. Documento presentado en Meritum Meeting, Sevilla, España.
- Moré, E.; Toirac, R. J. y López, A. (2004). Innovación en la gestión de la formación y el desarrollo del capital humano. *Folleto Gerenciales*, 8 (7), 17-24.
- Piñago, R. y Malavé, J. (2006). Capital humano y subversión del orden. *Debates IESA*, 11 (1), 78-82.
- Psico Consult C. A. Medición en Gestión Humana (1999). *La medición de las competencias*. Recuperado de <http://www.psicconsult.com/>.
- Riesco González, M. (2007). *El negocio es el conocimiento*. Madrid: Díaz de Santos.
- Rojas, M. D. y Ricaurte, Y. M. (2002). *Fundamentos de administración para ingenieros*. Bogotá: Indusellos.
- Roos, J.; Roos, G.; Dragonetti, N. and Edvinsson, L. (1998). *Intellectual capital: navigating in the new business landscape*. New York: New York University Press.

- Saint Onge, H. (1996). Tacit knowledge: the key to the strategic alignment of intellectual capital. *Strategy and Leadership*, 24 (2), 10-14.
- Silva, F. y Lahera, Y. (2006). Conocimiento organizacional: la gestión de los recursos y el capital humano. *ACIMED*, 14 (1), 1-32.
- Sveiby, K. E. (1997). *The new organizational wealth: managing and measuring knowledge-based assets*. New York: Berrett-Koehler.
- Trillas, E. (1980). *Conjuntos borrosos*. Barcelona: Vicens vives.
- Valhondo, D. (2003). *Gestión del conocimiento: del mito a la realidad*. Madrid: Díaz de Santos.
- Wang, L. (1992). Fuzzy systems are universal approximators. Documento procedente la *IEEE International Conference on Fuzzy Systems*. San Diego (CA), Estados Unidos.
- Wang, T.-C. and Chang, T.-H. (2007). Application of consistent fuzzy preference relations in predicting the success of knowledge management implementation. *European Journal of Operational Research*, 183 (3), 1313-1329.