

**M<sup>a</sup> Carmen Lozano Gutiérrez**  
**Federico Fuentes Martín**

---

### **3.- APLICACIÓN DE LOS SISTEMAS BORROSOS Y LAS REDES NEURONALES A LA VALORACIÓN DE EMPRESAS DE INTERNET**

La constante mutabilidad a la que se ven sometidos los fenómenos económicos no permite, en la mayor parte de los casos, tomar en consideración datos del pasado para poder establecer inferencias del futuro. Es por ello que la preparación de una decisión, simple ó compleja, se convierte en una actividad organizativa del pensamiento en la que inevitablemente se combina intuición y lógica. No obstante, el hecho de encontrarnos en la era de la información, en el que se han desarrollado ya sistemas muy potentes para el tratamiento de la misma, hace que cada vez se puedan utilizar mejor los modelos matemáticos en todo aquello que pueda tener relación con el hombre y su entorno.

La mayoría de los fenómenos que intervienen y determinan el valor de una empresa de Internet, provienen de aspectos cualitativos que inevitablemente resultan imprecisos, es decir, tienen implícito un cierto grado de borrosidad en la descripción de su naturaleza y que provienen generalmente del conocimiento subjetivo. Esta imprecisión puede estar asociada con su forma, posición, momento..., o incluso con la semántica que describe tal conocimiento subjetivo. En muchos casos, el mismo concepto puede tener diferentes grados de imprecisión en diferentes contextos o tiempo, de la misma manera que *un día cálido en invierno no es lo mismo que un día cálido en primavera*. La información lingüística no es posible cuantificarla mediante modelos matemáticos tradicionales y, aunque el conocimiento subjetivo suele ser ignorado a la hora de enfrentarnos a un problema, sí que se tiene en cuenta para evaluar la solución que se le da. Esto sugiere la posibilidad de utilizar ambos tipos de conocimiento para resolver problemas reales, que es precisamente lo que hace la Lógica borrosa o Fuzzy Logic (FL).

La lógica borrosa es un tipo de lógica que reconoce más que simples valores verdaderos o falsos. Con lógica borrosa, las proposiciones pueden ser representadas con grados de veracidad o falsedad. Por ejemplo, la sentencia “hoy es un día soleado” puede ser 100% verdad si no hay nubes, 80% de verdad si hay pocas nubes, 50% de verdad si existe neblina y 0% si el cielo está totalmente cubierto.

Los modelos matemáticos que tradicionalmente se han utilizado en economía tienen su soporte, la mayor parte de las veces, en teorías formales que toman en consideración datos ciertos, y teorías probabilísticas construidas a partir de datos estadísticamente mensurables ó construidos a partir de razonamientos que permitan aceptar a priori leyes de probabilidad. El problema surge cuando estos modelos se enfrentan ante hechos para los que no puedan usarse ni leyes de probabilidad ni los razonamientos que con ellas se relacionan. Así, los matemáticos y los economistas se han visto obligados a investigar en este campo y han conseguido obtener nuevos esquemas que permiten una consideración más completa de la realidad, más adaptada a lo real en definitiva, por los que se pasa de la aleatoriedad a la borrosidad cuando la imprecisión se formaliza a través de situaciones en las que existe una gradación entre la pertenencia absoluta y la no pertenencia. La lógica difusa se presenta como un intento de aplicar la forma de pensar humana (lógica y lenguaje) a la programación de los ordenadores, así como un tratamiento eficaz para el procesado de la información cualitativa, tan presente en las valoraciones de empresas de Internet de las que nos ocupamos en el presente documento de trabajo.

La lógica borrosa (llamada también lógica difusa por otros autores), desde su creación en 1965 por Lotfi. A. Zadeh (profesor de ciencia de computadoras en la Universidad de Berkeley en California), está experimentando un éxito indiscutible (aunque criticado por aquellos que todavía no la conocen) en muchos campos tales como la medicina, la economía, las finanzas, hasta la producción industrial en la que ha irrumpido como una herramienta indispensable para el control de subsistemas y procesos industriales complejos, así como también para la electrónica de entretenimiento y hogar, sistemas de diagnóstico y otros sistemas expertos.

En el campo de la empresa, las teorías de la borrosidad se han extendido en general a todas las áreas de decisión en las que se manejan estimaciones subjetivas basadas en la información disponible y en su propia experiencia.

En España destacan los estudios, en el campo de la gestión y dirección de empresas, realizados por los profesores Kaufmann y Gil Aluja que han sido pioneros en

ésta técnica. Actualmente existen en España dos asociaciones dedicadas al estudio y aplicación de la lógica borrosa: una centrada en la economía de carácter internacional (el SIGEF *International Association for Fuzzy Management and Economic*) y otra en la inteligencia artificial (el AELTF *Asociación Española para la Lógica y la Tecnología Fuzzy*). El número de publicaciones sobre el tema, se encuentra claramente en aumento, así sólo en el *Journal for Fuzzy Sets and Systems*, se han publicado cerca de 1200 artículos desde su aparición en 1978, y en el mundo existen varias publicaciones periódicas dedicadas exclusivamente a ésta lógica.

En el ámbito de la gestión de empresas por ejemplo, en los últimos años, se han sucedido los tratamientos de la lógica borrosa sobre la toma de decisiones en : sistemas expertos utilizados en la planificación estratégica, problemas del transporte, modelos de decisión con criterio de optimización, modelos de control, producción, inventarios, seguros de vida, localización de plantas industriales, selección de carteras, selección de personal, círculos de calidad, estrategias de entrada en mercados extranjeros, así como en el campo del marketing, la contabilidad ó las matemáticas financieras. Estos tratamientos con lógica borrosa han enriquecido indiscutiblemente las técnicas operativas de la gestión de empresas, aunque el entusiasmo por estos modelos no puede hacer olvidar un hecho incuestionable: las técnicas tradicionales no pueden ser relegadas sino que resultan muy útiles cuando el fenómeno puede ser mensurable. Cuando la realidad plantea una gama de circunstancias que escapan a la medición, es cuando conviene realizar una estimación susceptible de ser tratada a través de criterios difusos ó borrosos.

Uno de los problemas que se plantean al buscar un método de valoración de empresas de Internet que incluya variables cualitativas es el de la representación de los conocimientos ambiguos de los especialistas. Es más, normalmente, si se consulta a diferentes especialistas del mismo tema, ofrecerán conocimientos y opiniones diferentes, e incluso totalmente opuestas. Esta imprecisión generalmente proviene de la semántica con la que se describen tales opiniones y el centro de las técnicas de modelado difuso es precisamente el tratamiento de variables lingüísticas. Cuando el número de datos obtenidos es muy elevado (se dispone de diferentes opiniones de expertos) y queremos obtener un modelo de comportamiento que nos permita obtener conclusiones ó realizar previsiones, se podría utilizar una red neuronal que aprendiera de las opiniones borrosas de los diferentes expertos; como veremos más adelante, la red neuronal es una herramienta de análisis estadístico que permite la construcción de un

modelo de comportamiento a partir de una determinada cantidad de ejemplos constituidos por variables descriptivas en su mayor parte, además completamente ignorante al principio, efectúa un “aprendizaje” partiendo de los ejemplos, para luego transformarse, a través de modificaciones sucesivas, en un modelo susceptible de rendir cuenta del comportamiento observado.

Las redes neuro-difusas/borrosas son sistemas que incorporan aspectos de las redes neuronales en el sentido de que son sistemas con la capacidad de aprender y generalizar, y aspectos de la lógica difusa ya que trabajan con razonamientos lógicos basados en reglas de inferencia que incorporan la posibilidad de trabajar con variables lingüísticas (si el problema lo requiere).

Las redes neuronales son un conjunto de algoritmos matemáticos que encuentran las relaciones no lineales entre conjuntos de datos. En general las redes neuronales tratan de resolver de forma eficiente problemas que pueden encuadrarse dentro de tres amplios grupos: optimización, reconocimiento y generalización. Estos tres tipos engloban un elevado número de situaciones, lo que hace que el campo de aplicación de las redes neuronales sea muy amplio. Suelen ser utilizadas como herramientas para la predicción de tendencias y como clasificadoras de conjuntos de datos.

La red neuronal una vez construida constituye un verdadero modelo a “la medida” que actúa en función de lo que percibe y genera conclusiones a la vista de las relaciones de causa a efecto obtenidas de las descripciones introducidas y, de esta manera, facilita predicciones con un importante grado de exactitud. Actualmente existe una gran cantidad de propuestas de combinación de la capacidad de aprendizaje de las redes neuronales y del procesamiento de información imprecisa de la lógica difusa, de forma que entre ambas se establece una relación bidireccional haciendo posible, por ejemplo, utilizar redes para optimizar ciertos parámetros de los sistemas borrosos, así como aplicar la lógica borrosa para modelar un nuevo tipo de neurona especializada en el procesamiento de información de este tipo.