



UNIVERSIDAD  
**PABLO DE OLAVIDE**  
SEVILLA



REVISTA DE MÉTODOS CUANTITATIVOS PARA  
LA ECONOMÍA Y LA EMPRESA (16). Páginas 29–46.  
Diciembre de 2013. ISSN: 1886-516X. D.L: SE-2927-06.  
URL: <http://www.upo.es/RevMetCuant/art.php?id=77>

## Aplicación de una metodología difusa a la negociación de la reforma laboral

LOZANO GUTIÉRREZ, M.<sup>a</sup> CARMEN

Departamento de Economía Financiera y Contabilidad

Universidad Politécnica de Cartagena (España)

Correo electrónico: [carmen.lozano@upct.es](mailto:carmen.lozano@upct.es)

FUENTES MARTÍN, FEDERICO

Departamento de Economía

Universidad Politécnica de Cartagena (España)

Correo electrónico: [federico.fuentes@upct.es](mailto:federico.fuentes@upct.es)

### RESUMEN

En el presente artículo se desarrolla una metodología basada en técnicas de *Fuzzy Logic* (lógica borrosa) para la determinación de una solución de consenso aplicada a la negociación de la reforma laboral a partir de las opiniones de Sindicatos, Patronal y Gobierno. El modelo creado se inserta en el ámbito de la metodología cualitativa o estructural aplicando técnicas basadas en la incertidumbre. Ello resulta especialmente adecuado en un momento como el actual caracterizado por unos cambios sociales y económicos extremadamente rápidos y profundos que nos hacen prácticamente imposible el saber con exactitud todo lo que nos depara el futuro.

**Palabras clave:** reforma laboral; crisis; lógica difusa.

**Clasificación JEL:** A12; C15; C61.

**MSC2010:** 03B52; 91B10; 68T27; 68T35.

# Methodology Based on Fuzzy Logic Techniques for Searching a Solution Reached by Consensus about the Labour Reform

## ABSTRACT

In this paper it is carried out a methodology based on Fuzzy Logic techniques for searching a solution which has been reached by consensus. This solution is related to labour reform and considers Trade Unions, Employers' Associations, and Government opinions. The proposed model belongs to the field of a qualitative or structural methodology based on uncertainty. This viewpoint is particularly appropriate at present when economic and social changes are so fast and deep that it is impossible to know what the future will bring.

**Keywords:** labour reform; crisis; fuzzy logic.

**JEL classification:** A12; C15; C61.

**MSC2010:** 03B52; 91B10; 68T27; 68T35.



## 1. INTRODUCCIÓN

Los Sindicatos y la Patronal han demostrado tener serias dificultades para ponerse de acuerdo en un asunto de vital importancia para la economía española, como es la reforma del mercado laboral. La falta de consenso implica que el Ejecutivo se haya visto obligado a adoptar medidas por decreto que no satisfacen a los agentes implicados, además del riesgo que conlleva el hecho de que se adopten soluciones de forma precipitada cuando lo deseable sería que estas medidas gozasen de continuidad y adaptabilidad ante nuevas situaciones, resultando así más efectivas y eficientes.

El presente artículo aborda la problemática de la búsqueda de un consenso como pauta deseable en una reforma laboral y muestra la aplicación de una metodología capaz de determinar una línea de acercamiento inicial en las posturas de los interlocutores en dicha negociación con la que se podrían iniciar los debates con mayor garantía de encontrar soluciones aceptadas por todos. El método permite obtener, a partir de unos cálculos computacionales sencillos, conclusiones acerca del establecimiento de las líneas de actuación posibles, las que se consideran más urgentes y necesarias, así como las más profundas a acometer a largo plazo.

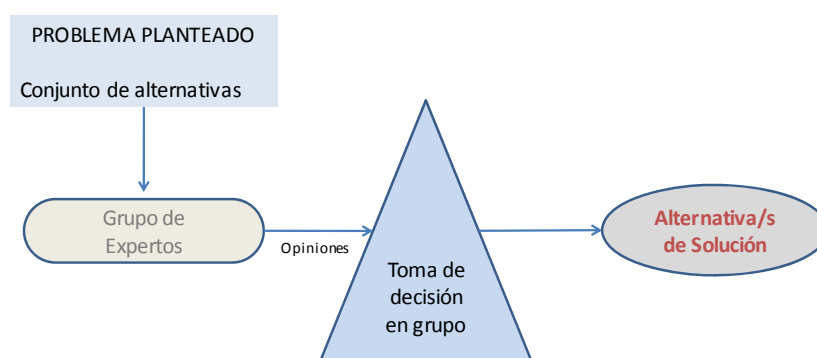
En una primera fase del estudio, se empieza a trabajar el modelo a partir de las líneas de actuación propuestas por el Gobierno para la reforma laboral y las opiniones suscitadas sobre ellas en Sindicatos y Patronal (como en el discurso en la Asamblea General de la CEOE por Rosell en 2013 o en la guía sindical para la reforma laboral de la UGT de 2012 o en el informe nº 0 de seguimiento de la reforma laboral de CCOO en 2012 o en las propuestas sindicales para promover el crecimiento, el empleo y la cohesión social, ante la crisis de la economía española por parte de UGT y CCOO en 2013, etc.); así mismo se ha realizado una selección de artículos de prensa y entrevistas a expertos publicadas en los diferentes medios informativos, que tratan sobre el tema (De la Dehesa, 2009; Berzosa, 2009; Campa, 2009). A continuación, en la segunda fase del estudio, se ha diseñado una encuesta en la que se pide opinión sobre la oportunidad y conveniencia de adoptar tales medidas. Con los resultados obtenidos en esta encuesta, se ha llevado a cabo la tercera fase del estudio, en la que se han analizado las respuestas de la muestra y se ha desarrollado un análisis de similaridad. Las conclusiones a las que llegamos en el estudio nos han servido para diseñar un plan de actuación en las futuras reformas laborales que gozaría de un mayor consenso.

El desarrollo de este estudio se inserta en el ámbito de la metodología cualitativa o estructural, aplicando técnicas basadas en la incertidumbre (Kosko, 1995). Ello resulta especialmente adecuado en un momento como el actual caracterizado por unos cambios sociales y económicos extremadamente rápidos y profundos que provocan una inevitable incertidumbre en la formulación de predicciones del futuro, lo que pone de manifiesto que los conocimientos basados

en la lógica formal ya no son suficientes. En opinión de los autores, resultaría muy limitada la aplicación de un análisis basado en probabilidades, ya que para ello sería necesario contar con una serie de fenómenos que se hayan repetido en unas determinadas condiciones y que los resultados obtenidos se pudieran aplicar a otro fenómeno sometido a las mismas condiciones que las anteriores. Por todo ello, solo las técnicas basadas en la incertidumbre permiten predecir y dar una opinión sobre la mayor parte de los acontecimientos futuros (Kaufmann, Gil Aluja y Terceño, 1994). Para ello se recurre a la más general de las teorías capaces de describir ambientes inciertos: la teoría de los subconjuntos borrosos (Lazzari, Machado y Pérez, 1999).

Por lo general, en una mesa de negociación intervienen varias personas que representan los intereses del colectivo al que representan. En principio, todos están predispuestos a alcanzar una solución común a un problema (Chernoff, 1987) que, de entre todas las alternativas posibles, debe resultar aceptable para todo el grupo de participantes. Con el fin de dirigir el debate, se debería partir de unas propuestas elaboradas a partir de las opiniones de un grupo de expertos; a partir de la información obtenida en el debate, se podrían medir las amplitudes de opiniones, estudiando las medidas que generan un mayor acercamiento en las posturas. Repetido este proceso, se irían reduciendo las diferencias y perfilando de este modo las líneas de actuación que gozarían de mayor consenso. El esquema del planteamiento que hemos seguido quedaría expresado gráficamente a través de la Figura 1.

Figura 1. Proceso de toma de decisiones en grupo



Fuente: elaboración propia

El proceso de negociación debe ser dinámico e iterativo, de forma que los interlocutores expresen sus preferencias, las justifiquen y, finalmente, las aproximen con el propósito de alcanzar un nivel de acuerdo aceptable entre todos ellos, antes de tomar una decisión sobre el problema. Todo ello implica que ningún participante en el debate esté en desacuerdo total con tales decisiones,

aunque esto no significa que individualmente pueda seguir pensando que sus soluciones son mejores que las finalmente tomadas. Para que este acuerdo sea posible, es necesario que todos los participantes cambien sus opiniones o preferencias iniciales y tiendan a aproximarlas hacia una preferencia colectiva que consideren satisfactoria, lo que normalmente se conseguirá gracias a la realización de varias rondas de consulta.

Una vez calculado el grado de consenso inicial existente entre los participantes, así como sus modificaciones sucesivas en el desarrollo de los debates, será necesario fijar una condición de parada o “*umbral de consenso*”, que representará el valor mínimo que debe alcanzar el grado de consenso para dar por finalizada la fase de consenso y proceder a la selección de alternativas. Según los expertos, cuando las consecuencias de la decisión a tomar sean muy importantes y de gran repercusión para un gran colectivo, entonces se puede exigir un grado de consenso alto (por ejemplo 0,8). Para decisiones menos trascendentales, podría llegarse a un nivel de hasta 0,5 y nunca inferior.

La información proporcionada por los participantes en la decisión sobre las posibles alternativas de solución a un conflicto puede ser de diversa naturaleza. Dependiendo de su conocimiento, experiencias y creencias, los participantes en el debate emitirán sus valoraciones sobre el conjunto de alternativas y establecerán un orden de preferencia sobre la idoneidad de cada una de ellas como solución al problema. Para emitir sus preferencias, podrían optar por varios formatos: información numérica, intervalos o etiquetas lingüísticas (Sánchez, 2007). Para poder operar con toda esta información, debemos expresarla en un dominio de expresión unificado en el que se seleccionará un conjunto de etiquetas que denominaremos *conjunto básico de términos lingüísticos* y en el conjunto difuso de respuestas correspondiente (Cabrerizo Lorite, 2008). La descripción del proceso de tratamiento de la información, su unificación en un criterio común de expresión y el posterior tratamiento de explotación de los datos hasta la obtención de las alternativas de solución, quedará descrito a continuación.

## **2. ENFOQUE METODOLÓGICO: LA TEORÍA DE CONJUNTOS DIFUSOS EN EL TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN**

La Teoría de Conjuntos Difusos ha dado muy buenos resultados para el tratamiento de la información obtenida a partir de patrones de razonamiento que vienen expresados mayormente a través de formas de tipo lingüístico cualitativo y no necesariamente cuantitativo. A lo largo de las cuatro décadas de existencia de esta Teoría, gran cantidad de investigadores le han prestado atención en sus investigaciones y la han aplicado con éxito probado, demostrando suficientemente que se trata de una parte de las matemáticas que se halla perfectamente adaptada al tratamiento

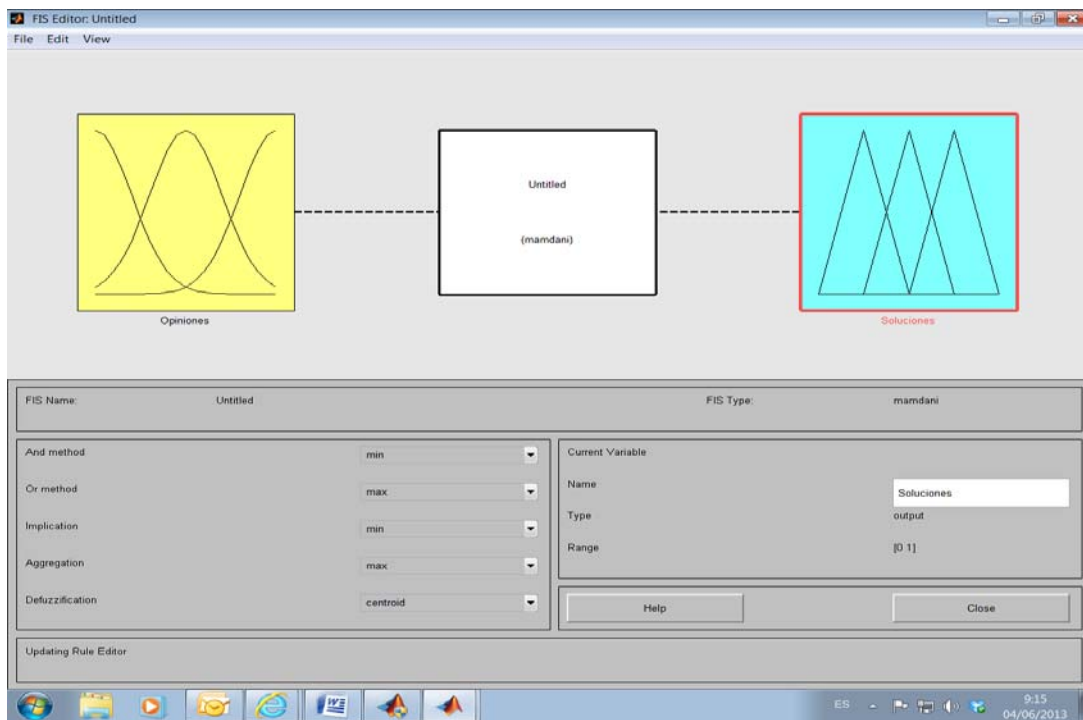
tanto de lo subjetivo como de lo incierto y que se adapta con facilidad a diferentes contextos y problemas (Kauffman y Gil Aluja, 1987).

La aplicación de la metodología propuesta en el presente artículo está basada, fundamentalmente, en comentarios y opiniones de expertos acerca de su visión de la crisis y las posibles medidas que se podrían tomar para salir de ella; estas respuestas estarán sujetas a ciertas dosis de subjetividad, por lo que se hace especialmente útil el graduar las respuestas en el intervalo entre 0 y 1<sup>1</sup> (Cabrerizo Lorite, 2008), captando los matices a través de decimales. Para asignar un valor a las respuestas se establecerán “*etiquetas lingüísticas*” (Herrera y Herrera-Viedma, 2000) (que traduzcan el lenguaje natural a números) del tipo “*estoy en desacuerdo total*”(0); “*estoy en desacuerdo en la mayor parte*” (0,1); “*en más de un aspecto estoy en desacuerdo*”(0,2) ; “*en algún aspecto podría estar de acuerdo*” (0,3); “*sería posible aunque no tengo información suficiente para afirmarlo*” (0,4); “*no estoy ni de acuerdo ni en desacuerdo*” (0,5); “*estoy algo de acuerdo*” (0,6); “*en buena parte estoy de acuerdo*” (0,7) ; “*estoy bastante de acuerdo*”(0,8) ; “*estoy muy de acuerdo*(0,9)”; “*estoy totalmente de acuerdo*”(1). Estas respuestas formarían una función de pertenencia mediante la cual se asociará a cada opinión integrante de un conjunto difuso  $A$  con el grado con que pertenece al valor lingüístico asociado sobre un universo de discurso  $X$  formado por el rango de valores que pueden tomar las opiniones que poseen la propiedad expresada por la variable lingüística de la forma  $\mu_A: X \rightarrow [0,1]$ , donde a cada elemento de  $X$  le corresponde un valor entre 0 y 1. Este valor, llamado valor de pertenencia o grado de pertenencia, representa el grado en el que el elemento de  $X$  pertenece al conjunto borroso  $A$  constituido por las respuestas. La decisión de consenso se interpretará como una intersección de las opiniones (Bellman y Zadeh, 1970). Para la determinación de las funciones de pertenencia utilizaremos el *Fuzzy Toolbox*, *FIS Editor* de Matlab, para lo cual estableceremos los métodos de los operadores lógicos *and* y *or*, así como los métodos de implicación, de agregación y de “defuzzificación”. Introducimos así mismo el nombre de la variable que se encuentre seleccionada, “*Opiniones*”, así como la salida “*Soluciones*” (Figura 2). Es posible modificar el nombre de la función de pertenencia, los parámetros de la función de pertenencia y también su forma. A la hora de determinar una función de pertenencia, podíamos optar por funciones lineales (triangular y trapezoidal) o no lineales (funciones gamma, gaussiana, sigmoideal, pseudo-exponencial); hemos optado por elegir una función lineal sencilla triangular, que nos ha parecido la adecuada por dos motivos principalmente: para que los cálculos no sean complicados, así como por su estructura lógica a la hora de definir un valor lingüístico asociado.

---

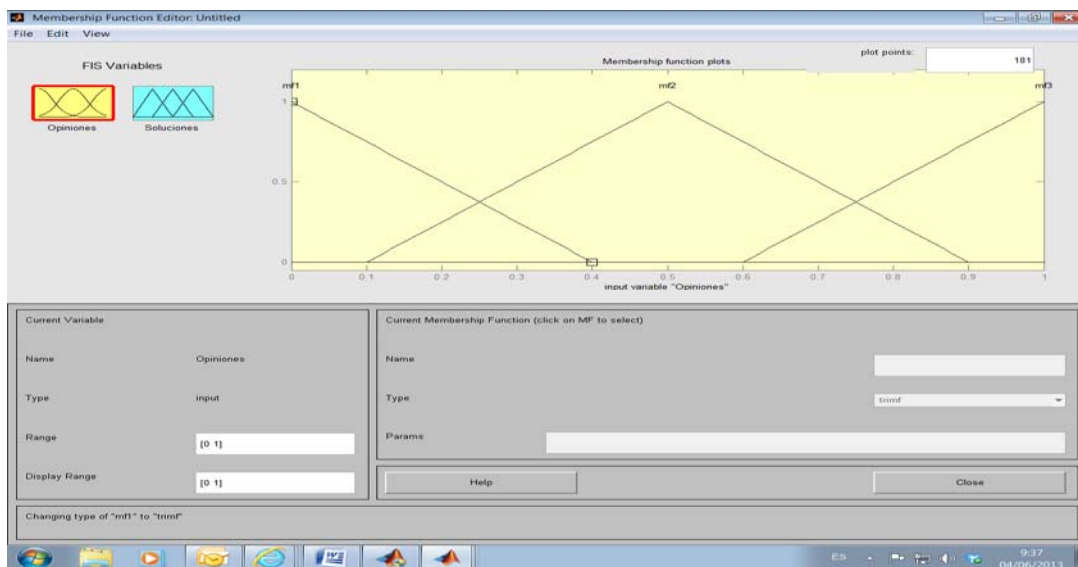
<sup>1</sup> Esta es la principal diferencia entre la lógica tradicional y la difusa: mientras que los valores de la función de pertenencia de la primera son 0 o 1, la lógica difusa se mueve en todo el intervalo [0,1]. Se suele normalizar el grado de pertenencia máximo a 1.

Figura 2. FIS editor



A continuación (Figura 3) entramos en el Editor de Funciones de Pertenencia, *Membership Editor*, en el que se establecerá el rango de la función de pertenencia.

Figura 3. Editor de funciones de pertenencia



Para establecer las reglas del modelo, utilizaremos el *Rule Editor*. Según el número de variables de entrada y salida que existan y sus funciones de pertenencia, así será el número de reglas que es posible generar (Figura 3). Los gráficos (Figura 4) muestran cómo se usan las variables de entrada en las reglas y cómo estas últimas son combinadas para conseguir un solo conjunto borroso de salida.

Figura 4. Rule Editor

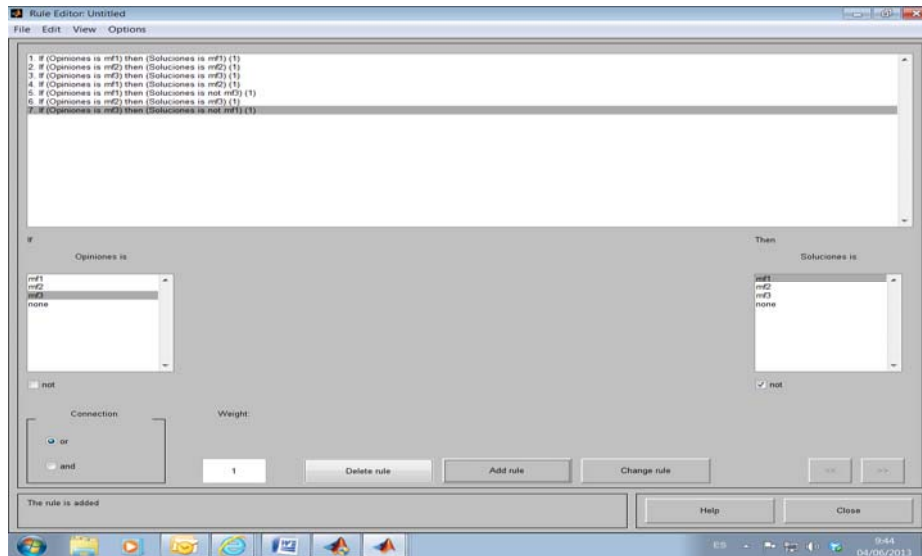
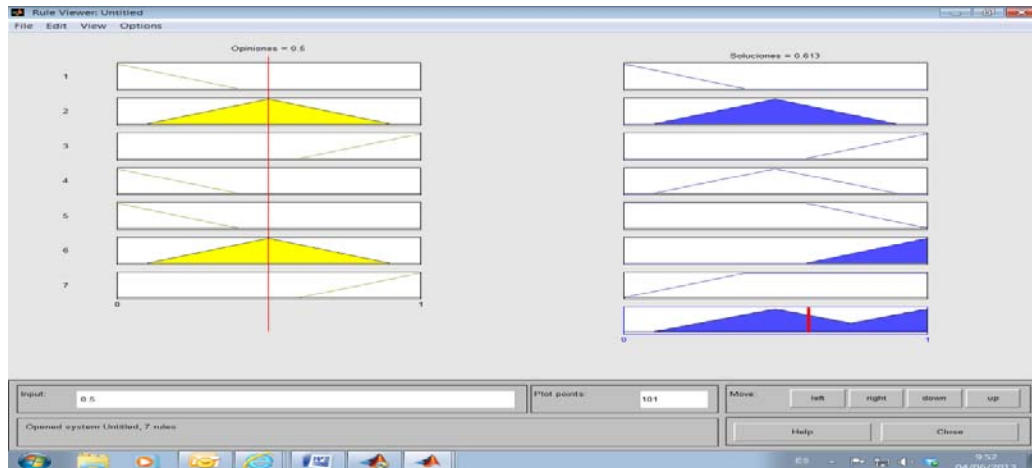


Figura 5. Rule Viewer



Las columnas amarillas de los gráficos muestran cómo se usan las variables de entrada en las reglas. Las columnas azules de gráficos muestran cómo es usada la variable de salida en las reglas. El gráfico de la parte inferior derecha muestra cómo las salidas de cada regla son combinadas para conseguir un solo conjunto borroso de salida y después “desfuzzificar”.



Un modelo de consenso como el planteado en el presente artículo (bajo evaluaciones lingüísticas) se basa en contar el número de individuos que están de acuerdo con el valor lingüístico asignado a cada preferencia y en la agregación de esa información (Cabrerizo Lorite, 2008). A las alternativas se asocia un grado de relevancia y a los individuos un grado de importancia; cada uno de ellos proporciona su opinión como una relación de “preferencia” borrosa recíproca evaluada lingüísticamente en un conjunto de términos, que representa el grado de preferencia de una alternativa con respecto a otra. Se evalúa el consenso entre individuos y la distancia del grupo al máximo consenso de preferencia. Ambas medidas, usadas conjuntamente, ayudarán al decisor.

La metodología propuesta en nuestro trabajo se ha desarrollado en dos fases. En la primera fase se utilizarán algoritmos como el de la distancia de Hamming, el coeficiente de adecuación y los vectores de ponderación. La distancia de Hamming ha ofrecido muy buenos resultados a la hora de ordenar conjuntos borrosos y nos permite calcular la diferencia entre los extremos de los intervalos. Así, en este método no se diferencia entre un exceso o un defecto respecto al valor tomado en referencia, por lo que evaluamos ambos de forma equivalente. La formulación del coeficiente de adecuación nos permitirá analizar la adecuación de las repuestas detectando extremos y, aplicando un vector de ponderaciones, se podría realizar una corrección de los excesos y defectos (opiniones extremas). Las conclusiones a las que llegamos nos permitirán establecer una ordenación por prioridades de las líneas de actuación más recomendables o que gozan de mayor consenso en el colectivo considerado para el estudio.

En la segunda fase del estudio, se introducirá en el modelo la variable incertidumbre, de tal modo que se contemple la posibilidad de que ocurra algún acontecimiento que obligue a una reformulación de objetivos y por tanto de prioridades de actuación.

### 3. ENSAYO DEL MODELO

Para iniciar el ensayo de un modelo de negociación, nos hemos basado en cuatro líneas de actuación consideradas en opinión de los expertos como claves en una reforma laboral, que resumimos en la siguiente tabla:

<b>Variabes</b>	<b>Líneas de actuación</b>
A <sub>1</sub>	Cotizaciones a la Seguridad Social
A <sub>2</sub>	Contrato de fomento de empleo
A <sub>3</sub>	Flexibilidad laboral
A <sub>4</sub>	Edad de jubilación

Estas cuatro líneas posibles de actuación serán propuestas hipotéticamente en nuestro ensayo por tres grupos de interés: Sindicatos (P1), Patronal (P2), y Gobierno (P3). En función de las líneas de actuación anteriores y en colaboración con un grupo de expertos, definimos el subconjunto difuso de umbrales que designaremos por  $\tilde{P}^*$ . A los tres grupos de interlocutores, se les solicita que nos especifiquen su opinión mediante una escala en  $[0,1]$ , de forma que cuanto más se acerquen a 1 más de acuerdo estarán con la puesta en marcha de la línea de actuación señalada y cuanto más se acerquen a 0 más en desacuerdo estarán con la adopción de esa medida. Las opiniones de los tres grupos de la muestra no serán sometidas a ningún tipo de ponderación en cuanto a su relevancia o peso específico en las decisiones finales, dado que el objetivo del trabajo es precisamente el de poner de relieve las diferencias y afinidades de opinión entre éstos por lo que si estas opiniones se ponderaran restaríamos validez a las conclusiones. Así, en nuestra simulación: en la línea de actuación A1 (cotizaciones a la Seguridad Social), la Patronal quiere que se rebajen las cotizaciones que los empresarios pagan a la Seguridad Social y el Gobierno ve inviable esta modificación debido a la crisis y a la necesidad de seguir recaudando ingresos públicos. En la línea de actuación A2 el Gobierno pretende ampliar a los hombres entre 30 y 45 años el contrato de fomento de empleo que implicaría que la indemnización por despido es de 33 días por año trabajado en lugar de los 45 días que corresponden en el momento de escribir estas líneas. Los Sindicatos se oponen a esta medida porque consideran que lo que se conseguiría es precarizar el trabajo de este colectivo. En cuanto a la línea de actuación A3 (flexibilidad laboral), el Gobierno quiere apostar por la movilidad geográfica, la adaptabilidad en la formación y la facilidad de contratación como ejes de la reforma laboral y en este punto todas las partes están de acuerdo en potenciar las bonificaciones para contratar a jóvenes y en el “contrato alemán”, que contempla la reducción de la jornada laboral como vía alternativa al despido. También tienen claro todas las partes en la existencia de una dualidad del mercado laboral entre contratos indefinidos y temporales. Por último, en la línea de actuación A4 (edad de jubilación), los empresarios y el Gobierno son partidarios de retrasar la edad de jubilación hasta los 67 años y ampliar a 25 o 30 años trabajados la base para el cómputo de la pensión; por su parte, los Sindicatos proponen que el retraso se haga de manera incentivada, es decir, voluntaria con incentivos de más pensión y penalizaciones en la cantidad de pensión si se jubilan anticipadamente.

De este modo, podremos obtener un subconjunto borroso para cada propuesta. A continuación procedemos a calcular la distancia de Hamming que nos suministra información sobre aquello que diferencia a dos subconjuntos difusos (el obtenido a partir de las opiniones  $\mu_p(X_i)$  y un perfil de consenso establecido como referencia  $\mu_l(X_i)$  dividiendo el resultado de la diferencia por el cardinal  $N$  correspondiente al número de observaciones. La distancia de Hamming entre las tres

propuestas consideradas para las cuatro variables consideradas el subconjunto borroso de umbrales, se obtendrá de la siguiente forma:

$$d(\underset{\approx}{P}, \underset{\approx}{I}) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left| \mu_{\underset{\approx}{P}}(X_i) - \mu_{\underset{\approx}{I}}(X_i) \right|$$

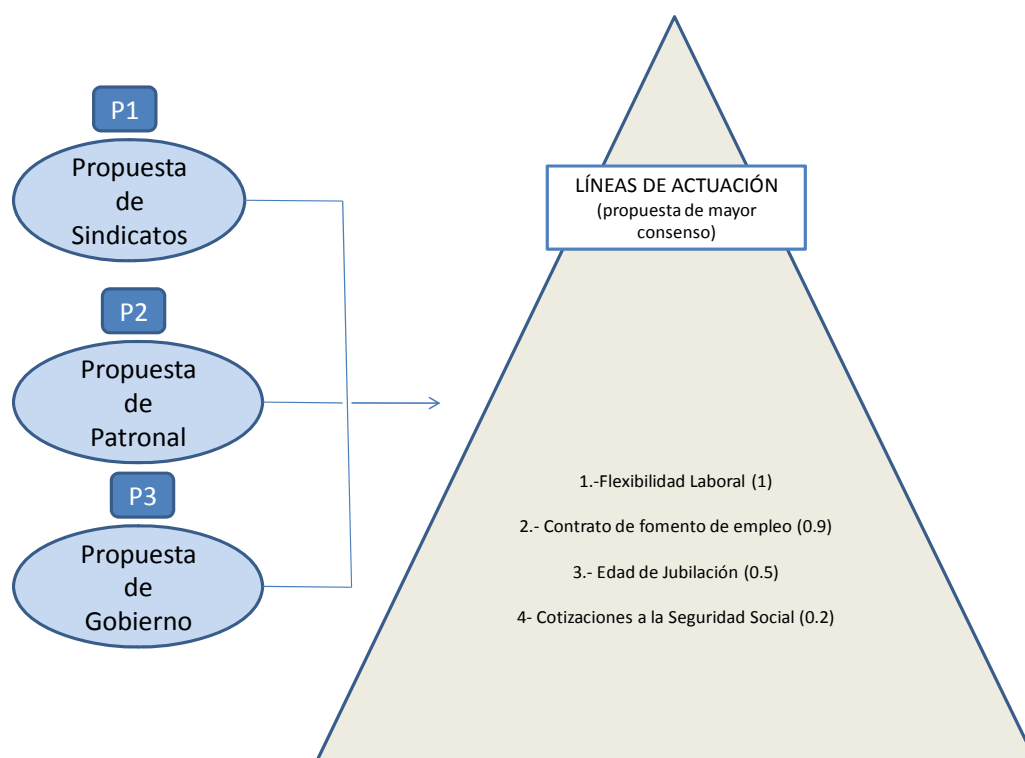
La determinación de esa “distancia” existente nos permitirá determinar el grado de afinidad entre las tres propuestas sobre las valoraciones otorgadas a las cuatro variables en la opinión de los participantes. Todo ello resultará útil para el establecimiento de conclusiones generales y pondrá de manifiesto las diferencias de opinión entre Sindicatos, Patronal y Gobierno. De este modo, se obtendría la línea de actuación que ofrece mayor grado de afinidad entre los tres grupos sobre la base de una valoración de los expertos.

Otro de los análisis que podríamos realizar sería el determinar el grado de adecuación entre las respuestas ofrecidas y el subconjunto borroso de umbrales (Klir y Yuan, 1995). Para ello se puede construir un coeficiente de adecuación de  $P$  (opiniones) a  $I$  (perfil ideal de consenso), de la siguiente manera: si  $\mu_{\underset{\approx}{P}}(x) \geq \mu_{\underset{\approx}{I}}(x)$ , entonces se escribirá  $K_x(p \rightarrow i) = 1$ ; y si  $\mu_{\underset{\approx}{P}}(x) < \mu_{\underset{\approx}{I}}(x)$ , se escribirá  $K_x(p \rightarrow i) = 1 - \mu_{\underset{\approx}{I}}(x) + \mu_{\underset{\approx}{P}}(x)$ ; lo que permite también la siguiente notación globalizadora:  $K_x(p \rightarrow i) = 1 \wedge (1 - \mu_{\underset{\approx}{I}}(x) + \mu_{\underset{\approx}{P}}(x))$ . De esta forma, el coeficiente de adecuación  $K(p,i)$  se obtendrá sumando los  $K_x(p \rightarrow i)$  y dividiendo el resultado por el cardinal  $N$  (formado por el número de opiniones consideradas), con objeto de obtener un número en  $[0,1]$ . De este modo, obtendríamos la propuesta que ha obtenido un mayor grado de adecuación al subconjunto difuso de umbrales (Sánchez, 2007).

Sin embargo, el método señalado presenta una clara limitación, debida al hecho de que el incumplimiento de algún aspecto relativo a alguna de las variables consideradas (que supondría una valoración en la variable de 0), asociado al hecho de que en el perfil ideal tampoco se hallara precisado en un grado distinto de 0, implicaría la obtención de un  $K=1$ , que indicaría una máxima adecuación al perfil referente; al igual que en el caso de que se presentara un grado de cumplimiento en un aspecto por encima del umbral ambas obtendrían el mismo nivel de adecuación, pero en este último caso el nivel de aceptación alcanzado estaría por encima del ideal (Merigó y Gil-Lafuente, 2008). Para evitar este problema, podríamos haber determinado un vector de ponderaciones  $W$  en función de las prioridades que se pudieran establecer y que nos permitiría corregir valores extremos. Por tanto, al realizar esta ponderación, los resultados se han modificado (al suavizar valores extremos).

En un primer ensayo del modelo, el orden obtenido marca “las líneas de actuación prioritarias” que gozan de un mayor consenso entre los 3 grupos y será el punto de partida para iniciar la negociación. Pero hemos de ser conscientes de que un acontecimiento inesperado podría suponer la necesidad de reformular de nuevo las prioridades asignadas y establecer un nuevo orden. Por tanto, el resultado obtenido debe ser sometido a cierto análisis que lo sitúe en la posición en que realmente se encuentra dentro de los propios esquemas de tratamiento de la incertidumbre (Figura 6).

Figura 6. Líneas de actuación que han obtenido el mayor consenso y adecuación a la opinión agregada de los expertos en un primer ensayo del modelo (en 2010)



Fuente: elaboración propia

Supongamos que, tras la adopción de una línea de actuación como la anteriormente obtenida en el estudio, se produjera un acontecimiento que afectara profundamente a la situación inicial y obligara a la reformulación de prioridades en esa línea de actuación. Por ello, en la segunda fase de nuestro estudio introduciremos el factor incertidumbre, acomodando las respuestas a los niveles de incertidumbre que se den en cada momento y flexibilizando de esta manera las decisiones que se produzcan.

Comenzaremos la segunda parte de este estudio partiendo del número borroso triangular en forma ternaria en el que se han expresado las respuestas de cada grupo a la valoración de cada

propuesta o línea de actuación; podríamos hacer unos sencillos cálculos para convertirlo en un número borroso triangular en forma de  $\alpha$ -cortes. Así, por ejemplo: supongamos que una opinión queda expresada por el número borroso triangular (NBT)  $I=(0,2;0,4;1)$  se podría expresar en forma de  $\alpha$ -cortes, de la siguiente manera:  $(a+(b-a)\alpha; c-(c-b)\alpha)$ , quedando, por tanto, como  $(0,2+0,2\alpha; 1-0,6\alpha)$ . De este modo, cuando el nivel de presunción  $\alpha=0$ , el resultante sería  $(0,2;1)$  que expresaría el rango de aceptación de la propuesta para un nivel de incertidumbre máximo, y a medida que  $\alpha$  aumenta se va reduciendo la incertidumbre, hasta llegar al valor de  $\alpha=1$  (máxima presunción) en cuyo caso el intervalo se reducirá a un número preciso  $(0,4;0,4)$ . Siguiendo este método, las respuestas iniciales se irían reformulando en función del grado de incertidumbre que haya en cada momento.

A continuación se procederá a determinar la amplitud de las diferencias de opinión entre los participantes de grupo para un nivel de incertidumbre determinado. El hecho de que existan opiniones que, ante un aumento de la incertidumbre, se alejan sensiblemente de la opinión agregada del grupo en ambiente de certeza, pondría de manifiesto la necesidad de replantear las líneas de actuación inicialmente previstas y buscar un nuevo consenso en el grupo. Para lograr un nuevo consenso, proponemos un camino ya ensayado con éxito en las técnicas Delphi, que consiste en informar a cada participante de la distancia que existe entre su opinión y la opinión agregada de los demás, con objeto de que reconsidere la suya. El proceso lo describimos a continuación y lo desarrollamos con un ejemplo que facilitará la comprensión del lector.

Con las opiniones obtenidas de cada grupo elaboramos un “haz de números borrosos” (Kaufmann, 1982), ante lo cual sería conveniente posicionar el número borroso medio, con objeto de poner de manifiesto de una manera visible la amplitud de las respuestas obtenidas. En caso de obtener respuestas que se alejan sensiblemente de la que consideramos representativa del agregado ante un acontecimiento inesperado (por ejemplo) que implique un incremento de la incertidumbre, indicaría que no existe un patrón de opinión típico y, por tanto, debemos reformular el número de variables consideradas; repetiríamos de nuevo el proceso de determinación de amplitud de respuestas y de este modo iríamos depurando el análisis. Normalmente, resulta conveniente establecer *ex ante* el número de veces que se va a pedir opinión; también se puede establecer la detención del proceso cuando la distancia de la mayor parte de las opiniones no sea superior a una determinada cifra, o bien cuando la mayor parte de las opiniones que se dan en una determinada fase no difiera de la anterior de una forma sustancial.

Se utilizará para el análisis el concepto de “distancia lineal” entre NBT como valor medio de la “distancia lineal a la izquierda” y la “distancia lineal a la derecha” (Kaufmann, Gil Aluja y Terceño, 1994), para lo cual consideraremos que si la opinión agregada correspondiente a las 3

líneas de actuación  $a_1, a_2, a_3$  viene dada por:  $\tilde{R} = \binom{m}{a_1, a_2, a_3}$  y la opinión de cada individuo por:

$\tilde{I} = \binom{i}{a_1, a_2, a_3}$  no existirá cruce a la izquierda (y, recíprocamente, a la derecha) si:

$(a_1^i - a_1^m) \cdot (a_2^i - a_2^m) \geq 0$  y en cambio habrá cruce, por ejemplo, a la derecha si:  $(a_3^i - a_3^m) \cdot (a_2^i - a_2^m) < 0$ . La obtención de distancias en términos absolutos cuando no existe cruce

quedará limitada al cálculo del área del triángulo:  $D_1 = \frac{\left| (a_1^i - a_1^m) \right| + \left| (a_2^i - a_2^m) \right|}{2}$ . Para obtener una

cifra comprendida entre 0 y 1 se acostumbra a tomar un referencial:  $P \geq \bigvee_i a_3 - \bigwedge_i a_1$ , donde la

distancia relativa a la izquierda sería:  $d_1 = \frac{D_1}{P}$ . Para obtener la distancia en términos absolutos

cuando se produce un cruce entre los lados, es necesario hallar la suma de las áreas de dos triángulos y, por consiguiente, hallar las alturas de los mismos (las bases son conocidas). Si llamamos  $\alpha$  a la altura de un triángulo, la altura del otro será  $1 - \alpha$ , y por semejanza se cumplirá que:  $\frac{\beta}{\left| a_3^i - a_3^m \right|} = \frac{1 - \beta}{\left| a_2^i - a_2^m \right|}$ , con lo que la suma de las áreas de los triángulos será:

$$D_D = \frac{\left| a_3^i - a_3^m \right| \cdot \alpha}{2} + \frac{\left| a_2^i - a_2^m \right| \cdot (1 - \beta)}{2},$$

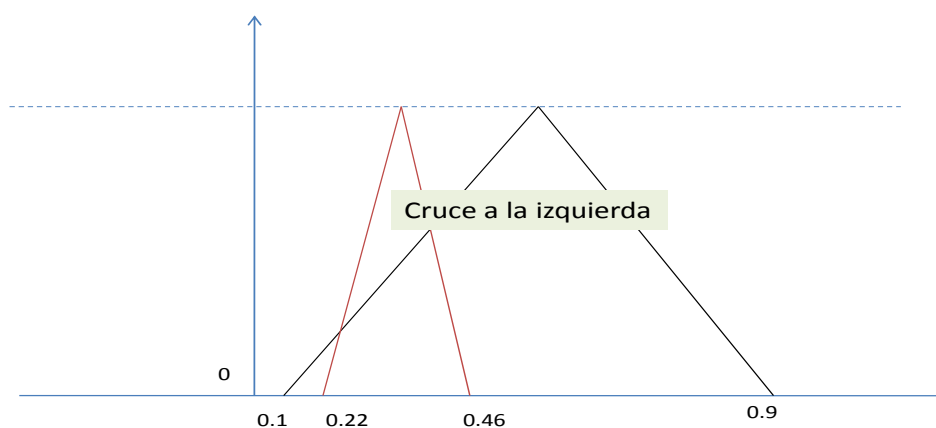
$$\text{donde: } \beta = \frac{\left| a_3^i - a_3^m \right|}{\left| a_2^i - a_2^m \right| + \left| a_3^i - a_3^m \right|} \quad \text{y} \quad 1 - \beta = \frac{\left| a_2^i - a_2^m \right|}{\left| a_2^i - a_2^m \right| + \left| a_3^i - a_3^m \right|}.$$

La distancia lineal a la derecha sería:  $d_D = \frac{D_D}{P}$  y la distancia lineal relativa sería:

$$d = \frac{d_1 + d_D}{2}$$

Supongamos que el grupo P1 (Sindicatos), ante un nivel de incertidumbre planteado con un  $\alpha = 0,6$ , mantiene una opinión  $[0,1;0,5;0,9]$  para la variable  $A_3$  (Flexibilidad Laboral), siendo la opinión del agregado  $[0,22;0,3;0,46]$ . La representación gráfica se mostraría en la Figura 7.

Figura 7. Distancia entre la opinión del grupo P1 y la opinión del agregado de respuestas



$[0,1 - 0,22] \times [0,5 - 0,3] < 0$ ; por tanto, existe cruce a la izquierda.

$[0,9 - 0,46] \times [0,5 - 0,3] > 0$ ; por tanto, no existe cruce a la derecha.

La obtención de distancia en términos absolutos cuando no existe cruce vendrá dada por:

$$\frac{|0,9 - 0,46| + |0,5 - 0,3|}{2} = 0,32$$

Para obtener la distancia en términos absolutos cuando se produce un cruce entre los lados, es necesario hallar la suma de las áreas de los triángulos y, por tanto, habría que hallar las alturas (las bases son conocidas). Así, si llamamos  $\beta$  a la altura de uno de los triángulos,  $1-\beta$  será la del otro. Por semejanza:

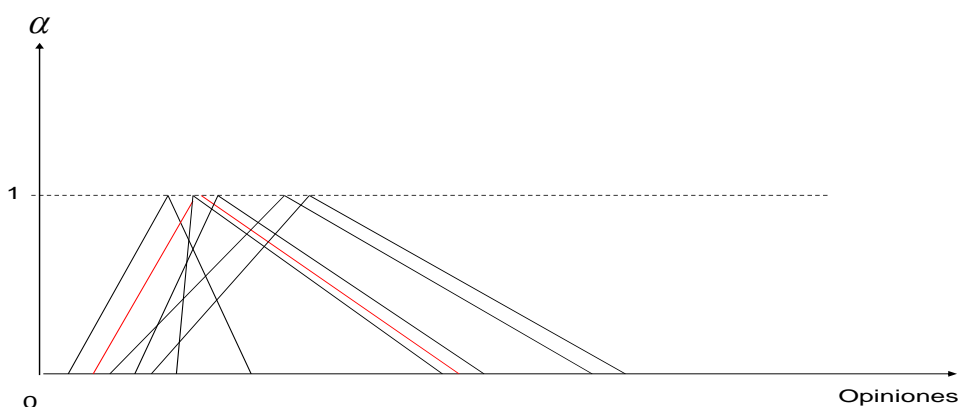
$$\frac{\beta}{|0,9 - 0,46|} = \frac{1 - \beta}{|0,5 - 0,3|}$$

Donde  $\beta = \frac{|0,9-0,46|}{|0,5-0,3|+|0,9-0,46|} = 0,6875$  y, por tanto,  $1-\beta = 0,3125$ . La suma de las áreas de los triángulos será:  $D = \frac{|0,9-0,46| \times 0,6875}{2} + \frac{|0,5-0,3| \times 0,3125}{2} = \boxed{0,1825}$

La información que recibe cada participante le permitirá reconsiderar o no la opinión inicialmente emitida. Así, por ejemplo, el grupo P1 cuya distancia habríamos obtenido por el procedimiento anterior, se podría acercar a la opinión agregada, mientras que los grupos P2 y P3 se alejarían sensiblemente de lo que se ha considerado como opinión general. En este caso concreto, como en otros muchos, resulta conveniente remitir a todos y cada uno de los participantes consultados el resultado de la agregación de opiniones, que vendría dada por el NBT medio, junto con la distancia de sus respuestas con las del resto del grupo, abriendo así una fase de información-

reconsideración de sus opiniones. Se detendrá el proceso cuando la mayor parte de las opiniones que se dan en una determinada fase no difiera de la anterior de una manera sustancial y para ello debemos elegir un criterio de parada. Para elegir el criterio de parada, tal y como ya indicamos en la sección 1, consideraremos que se ha alcanzado un grado de consenso alto en 0,8) y un nivel aceptable de consenso en 0,5 y nunca inferior. Podríamos tomar cifras entre 0 y 0,5 como niveles de bajo consenso o de difícil reconsideración.

Figura 8. Gráfica de opiniones de los expertos integrantes del grupo 1 del estudio en un ensayo (año 2012)



Fuente: elaboración propia

Hemos podido apreciar en nuestro ejemplo que la mayoría de cruces que se han producido han sido a la izquierda. El proceso se repetiría en cada uno de los grupos, pudiendo de este modo extraer conclusiones acerca de la sensibilidad de las respuestas ante un cambio en el contexto de la decisión o la incertidumbre de que éste se pudiera producir, lo que podría resultar útil para formular o no una nueva opinión, es decir, reconsiderarla eventualmente. Cuando se detecten grandes disparidades en las opiniones (altas distancias) conviene realizar un análisis de las causas por las cuales se han producido.

## 4. CONCLUSIONES

### 4.1. Sobre la conveniencia del estudio

En el artículo se ha desarrollado un ensayo de negociación entre Sindicatos, Patronal y Gobierno a partir de unas líneas de actuación posibles en materia de reforma laboral. La metodología propuesta permite buscar la postura que ofrezca un mayor acercamiento entre los interlocutores de la mesa de negociación, teniendo en cuenta la incertidumbre que conlleva este tipo de decisiones. Se trata de un método dinámico y flexible que permite reformular la decisión ante una modificación en alguna



de las variables de contexto y, tras analizar el impacto que supondría en las respuestas, buscar un nuevo consenso. Consideramos que la puesta en práctica de esta metodología podría facilitar la búsqueda de acuerdos futuros.

#### **4.2. Sobre el enfoque del estudio**

El estudio se ha desarrollado siguiendo una secuencia lógica en la que se toman como punto de partida las informaciones aparecidas en los medios de comunicación sobre la negociación de la reforma laboral entre Sindicatos, Patronal y Gobierno. Con estas informaciones, se han establecido las variables del estudio (posibles líneas de actuación) y, a través de una metodología de búsqueda de similitudes, se ha propuesto una secuencia de propuestas de mayor a menor consenso, para posteriormente someter mediante encuesta a miembros de los tres grupos participantes. Con los datos obtenidos en la encuesta de opinión, hemos desarrollado una metodología de análisis de sus opiniones, puntos de discrepancia y de consenso, llegando a una solución consensuada que permite establecer un punto de partida en la toma de decisiones. La introducción de la variable incertidumbre nos ha permitido reformular el modelo sobre el resultado anterior, permitiendo de forma dinámica el analizar las consecuencias en la decisión de la aparición de nuevas variables externas que influirán sobre el sistema. Se trata, por tanto, de establecer un mecanismo de inferencia ideado para analizar respuestas y con ellas segmentar grupos de la muestra que presentan un grado de similitud alto en su percepción de los puntos fundamentales en que se debe basar la reforma laboral.

#### **4.3. Sobre la técnica empleada**

La aplicación de la Teoría de Conjuntos Difusos ha dado muy buenos resultados para el tratamiento de la información obtenida a partir de patrones de razonamiento que vienen expresados mayormente a través de formas de tipo lingüístico cualitativo. El modelo aplicado en este artículo es de fácil manejo y aplicación y presenta de forma clara y rápida los resultados de los cálculos programados, permitiendo una reprogramación rápida según las necesidades requeridas en un momento determinado. Los ejemplos que hemos ido mostrando a lo largo de la exposición han permitido que el lector comprenda fácilmente la operativa de cálculo, aunque no tienen un valor real, ya que se trata de simulaciones. Actualmente, el modelo, tras la fase de diseño (descrita en el presente trabajo), está siendo programado algorítmicamente y está prevista su puesta en práctica con datos reales.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bellman, R.; Zadeh, L. (1970). "Decision Making in a Fuzzy Environment", *Management Science*, 17 (4), pp. 141–164.
- Berzosa, C. (2009). "Crisis financiera, crisis global", *El País digital*, 10/09/2009: [http://www.elpais.com/articulo/opinion/Crisis/financiera/crisis/global/elpepiopi/20090210elpepiopi\\_4/Tes/](http://www.elpais.com/articulo/opinion/Crisis/financiera/crisis/global/elpepiopi/20090210elpepiopi_4/Tes/)
- Cabrerizo Lorite, F.J. (2008). *Nuevos modelos de toma de decisión en grupo con información lingüística difusa*, Tesis Doctoral, Universidad de Granada.
- Campa, J.M. (2009) "A por lo importante, que también es lo urgente" [en línea], *El Mundo Mercados*: <http://www.elmundo.es/papel/2009/04/19/mercados/2631682.html> [Consulta: 01/06/2009]
- Chernoff, H. (1987). *Elementary decision theory*, Dover Publications, New York.
- De la Dehesa, G. (2009). *La primera gran crisis financiera del siglo XXI: orígenes, detonantes, efectos, respuestas y remedios*, Ariel, Barcelona.
- Fondo Monetario Internacional (2009). Vídeo explicativo sobre las perspectivas de la crisis [en línea]: <http://www.imf.org/external/mmedia/view.asp?eventID=1370> [Consulta: 03/09/2009]
- Herrera, F.; Herrera-Viedma, E. (2000). "Linguistic decision analysis: steps for solving decision problems under linguistic information", *Fuzzy Sets and Systems*, 115, pp. 67–82.
- Kaufmann A. (1982). *Introducción a la teoría de los subconjuntos borrosos*, CECSA, México.
- Kaufmann A.; Gil Aluja J. (1987). *Técnicas operativas de gestión para el tratamiento de la incertidumbre*, Hispano Europea, Barcelona.
- Kaufmann, A.; Gil Aluja, J.; Terceño, A. (1994). *Matemática para la economía y la gestión de empresas*, Foro Científico, Barcelona.
- Klir, J.; Yuan, B. (1995). *Fuzzy Sets and Fuzzy Logic. Theory and Applications*, Prentice-Hall International, New Jersey.
- Kosko, B. (1995). *Pensamiento borroso*, Grijalbo Mondadori, Barcelona.
- Lazzari, L.; Machado, E.; Pérez, R. (1998). *Teoría de la decisión fuzzy*, Macchi, Buenos Aires.
- Lazzari, L.; Machado, E.; Pérez, R. (1999). "Los conjuntos borrosos: una introducción", *Cuadernos del CIMBAGE*, 2, Facultad de Ciencias Económicas, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires.
- Merigó, J.M.; Gil-Lafuente, A.M. (2008). "The generalized adequacy coefficient and its application in strategic decision making", *Fuzzy Economic Review*, 13 (2), pp. 17–36.
- Sánchez, J. (2007). *Modelos para la combinación de preferencias en toma de decisiones: herramientas y aplicaciones*, Tesis Doctoral, Universidad de Granada.
- Zadeh, L.A. (1965). "Fuzzy Sets", *Information and Control*, 8, pp. 338–353.
- Zadeh, L.A. (1975). "The concept of a linguistic variable and its applications to approximate reasoning", Part I, *Information Sciences*, 8, pp. 199–249, Part II, *Information Sciences*, 8, pp. 301–357, Part III, *Information Sciences*, 9, pp. 43–80.