

# **Posibles actuaciones económicas en la crisis actual a partir de las diferencias de opinión entre expertos**

**M<sup>a</sup> Carmen Lozano Gutiérrez**

Departamento de Economía Financiera y Contabilidad de la Universidad

Politécnica de Cartagena

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

**Federico Fuentes Martín**

Departamento de Economía de la Universidad Politécnica de Cartagena

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

## **Resumen**

En el presente artículo se realiza un análisis de afinidades en la percepción de las posibles estrategias de salida a la crisis. Para ello hemos considerado la opinión de expertos pertenecientes a la política, la economía, la empresa y la banca, con la finalidad de recopilar sus opiniones, y buscar afinidades y diferencias en sus respuestas. La metodología aplicada podría servir para la búsqueda de las soluciones que supongan el máximo consenso entre los expertos y por tanto ofrezcan una ayuda a la toma de decisiones.

## **Abstract**

In this paper is carry out an analysis of affinities in the perception on how to leave the crisis behind. For that we have considered the opinion of experts belonging to the politics, the economy, the company and the banking in order to gather those opinions and to look for likeness and differences in their answers. The applied methodology might be useful in searching solutions according to the maximum consensus among experts and therefore being of some help for taking any decision.

Keywords: Crisis; Taking decisions; Fuzzy Logic

*Palabras clave:* Crisis; Toma de decisiones; Lógica Difusa

*Clasificación JEL:* A12; C15 ; C61

## **1. La búsqueda de una solución de consenso a la crisis económica**

Desde que en febrero de 2007 el Wall Street Journal publicó una advertencia sobre las hipotecas subprime, así como el problema sobre otros impagos hipotecarios, se han ido sucediendo numerosas quiebras financieras, intervenciones de los Bancos Centrales, profundos descensos en las cotizaciones bursátiles y un deterioro de la economía global real, que ha supuesto la recesión de algunas de las economías más industrializadas.

El presente artículo parte de la visión que los expertos tienen sobre la crisis, su profundidad, sus salidas o el cambio de modelo que necesitamos. Las líneas de actuación que les parecen más urgentes y necesarias, y las más profundas a acometer a más largo plazo dirigidas a evitar que la situación vivida pueda volver a repetirse.

En estos momentos estamos sobresaturados de ideas y comentarios acerca de la crisis y su salida, lo que nos impide el abordar una serena reflexión para saber hacia dónde vamos. Es necesario discernir sobre la oportunidad y el interés en la puesta en marcha de algunas de ellas que parecen más solventes. Se hace más necesario que nunca el adoptar medidas urgentes, que no precipitadas, con visión de continuidad y adaptabilidad ante nuevas situaciones, efectivas y eficientes. Pero para ello es necesario lograr un consenso entre las fuerzas políticas, y los distintos interlocutores sociales.

El objetivo central de este estudio es el de analizar la amplitud de las diferencias de opinión entre una muestra de expertos que nos ofrecen sus puntos de vista sobre la salida de la crisis. La lista de posibles líneas de actuación propuestas para salir de la crisis en opinión de los expertos, ha sido obtenida de informaciones publicadas en los diferentes medios informativos, conferencias o libros y artículos publicados recientemente que tratan sobre el tema. A continuación se ha diseñado una encuesta en la que se pedía opinión sobre la oportunidad y conveniencia de adoptar tales medidas. Con los resultados obtenidos en ésta encuesta, se ha llevado a cabo la metodología propuesta en el presente artículo, en la que se han analizado las respuestas de la muestra y se ha hecho un análisis de similitud. Las conclusiones a las que llegamos en el estudio, nos han servido para diseñar el plan de actuación de salida de la crisis que gozaría de un mayor consenso para el grupo de expertos seleccionado.

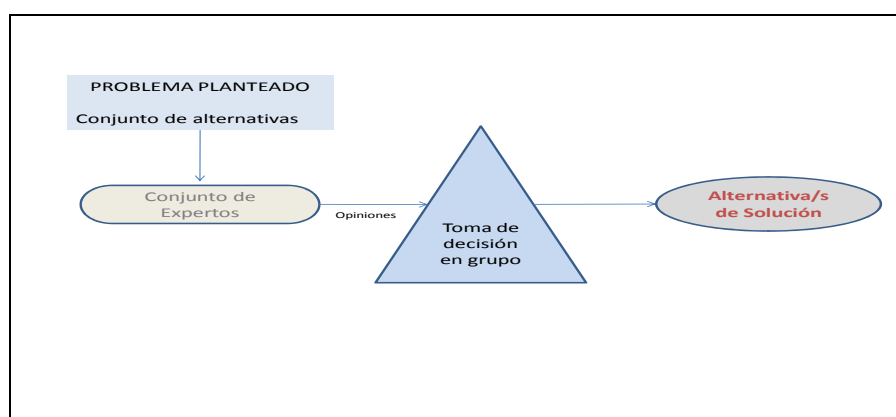
El desarrollo de este estudio se inserta en el ámbito de la metodología cualitativa o estructural aplicando técnicas basadas en la incertidumbre. Ello resulta especialmente adecuado

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. Todos los acontecimientos y circunstancias que nos esperan, llevan una fuerte carga de incertidumbre, por lo que ya no son suficientes los conocimientos basados en la lógica formal. Resultaría muy limitada la aplicación de un análisis basado en probabilidades, ya que para ello sería necesario el 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, sólo las técnicas basadas en la incertidumbre permiten predecir y dar una opinión sobre la mayor parte de los acontecimientos futuros. Para ello se recurre a la más general de las teorías capaces de describir ambientes inciertos: la teoría de los subconjuntos borrosos.

## 2. Esquema general del modelo de toma de decisión en grupo

Tomar decisiones en grupo implica la participación de varias personas que han de tomar decisiones de forma colectiva para alcanzar una solución en común a un problema (Chernoff, 1987). El objetivo es encontrar una solución que será una o un conjunto de alternativas de mayor aceptación por parte del todo el grupo de expertos. El esquema del planteamiento que hemos seguido quedaría expresado gráficamente a través de la siguiente figura:

**Figura 1-Proceso de toma de decisiones en grupo**



Fuente: Elaboración propia, 2010

El proceso de toma de decisión en grupo debe ser dinámico e iterativo, de forma que los expertos 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 experto esté en desacuerdo con tales decisiones, aunque

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

Una vez calculado el grado de consenso existente entre los expertos, 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 trascendentes, podría llegarse a un nivel de hasta 0.5 y nunca inferior.

La información proporcionada por los expertos sobre las posibles alternativas puede ser de diversa naturaleza. Dependiendo de su conocimiento, experiencias y creencias, los expertos 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, intervalar o lingüística (Sánchez, J, 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, F.J., 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 la/s alternativa/s de solución, quedará descrito a continuación.

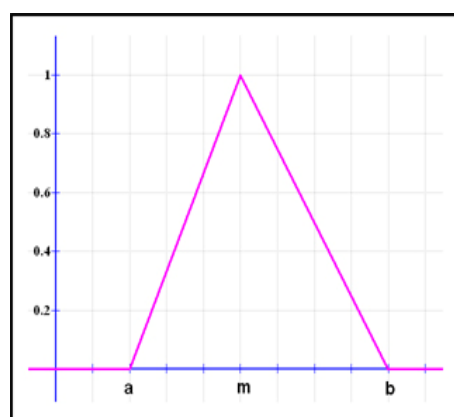
### **3. Enfoque metodológico: la teoría de conjuntos difusos en el tratamiento de la información**

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 ésta 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; Gil Aluja, 1987).

Dado que la información que manejaremos para mostrar al lector la aplicación de la metodología propuesta 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 y que, por tanto, éstas respuestas estarán sujetas a ciertas dosis de subjetividad, es por lo que se hace especialmente útil el manejar variables para las que se estimen valores de cumplimiento valuados entre el 0 y el 1, captando los matices de la respuesta a través de los decimales. Para obtener ésta valoración se establecerán “*etiquetas lingüísticas*” (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 de un conjunto borroso A sobre un universo de discurso X 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. Las funciones de pertenencia nos permiten representar gráficamente un conjunto borroso. En el eje “x” (abscisas) se representa el universo de discurso, mientras que en el eje “y” (ordenadas) se sitúan los grados de pertenencia en el intervalo [0,1]. Esto puede llevar a representaciones de función de pertenencia triangular, trapezoidal o gaussiana. La función de pertenencia que utilizaremos será la función triangular que viene definida por un límite inferior a, un límite superior b, y un valor m tal que  $a < m < b$ .

**Figura 2-Representación de la función de pertenencia triangular**

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & \text{si } x \leq a \\ \frac{x-a}{m-a}, & \text{si } a < x \leq m \\ \frac{b-x}{b-m}, & \text{si } m < x < b \\ 0, & \text{si } x \geq b \end{cases}$$



Elaboración propia, 2010

Fuente:

Un modelo de consenso 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. 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 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.

#### **4. Desarrollo práctico del estudio**

Con motivo de la presentación del libro *“La primera gran crisis financiera del siglo XXI”* del prestigioso economista Guillermo de la Dehesa (De la Dehesa, G, 2009), los ex-ministros de economía Pedro Solbes, Rodrigo Rato, Carlos Solchaga y Miguel Boyer se reunieron y ofrecieron a los medios de comunicación su opinión sobre las líneas de actuación posibles y convenientes para salir de la crisis. A estas opiniones hemos unido los puntos de vista de analistas de mercados, economistas de prestigio, representantes de la patronal, los sindicatos...etcétera. Todo ello nos ha servido para perfilar las ocho líneas de discusión más repetidas en las informaciones analizadas.

Variables	Líneas de actuación
A <sub>1</sub>	Reforma Laboral
A <sub>2</sub>	Cambio en el modelo productivo para ganar competitividad
A <sub>3</sub>	Medidas para contener el déficit público
A <sub>4</sub>	Modificación de los impuestos
A <sub>5</sub>	Reestructuración financiera
A <sub>6</sub>	Liberalizar sectores económicos como el sector energético, las telecomunicaciones o el transporte
A <sub>7</sub>	Ajuste presupuestario en las Administraciones Públicas
A <sub>8</sub>	Adoptar nuevas estrategias de internacionalización

Estas ocho líneas posibles de actuación serán propuestas por tres grupos de interés: (P1)Políticos, (P2)Economistas, y (P3)Empresarios. Hemos elegido a éstos tres grupos por representar enfoques diferentes al problema económico actual. La visión del empresario siempre cercana al mercado laboral, situación empresarial y la problemática de la financiación; la visión del economista que contempla la crisis en un entorno globalizado, y la visión de los políticos sesgada por sus programas y líneas de actuación marcadas por sus partidos.

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  $\tilde{F}$ .

Tabla 1-Subconjunto difuso de umbrales

	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>6</sub>	A <sub>7</sub>	A <sub>8</sub>
$\tilde{F}$	0.8	0.5	0.4	0.5	0.7	0.9	0.2	0.3

Fuente: Elaboración propia, 2010

Una vez presentada la propuesta a una muestra de políticos (P1), economistas (P2) y empresarios P(3), les solicitamos que nos especifiquen su opinión mediante una escala [0,1], de forma que cuanto más se acerque 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 con la adopción de esa medida. Las opiniones de los tres grupos de la muestra no han sido 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 éstas opiniones se ponderaran restaríamos validez a las conclusiones.



Tabla 2- Valoración de las propuestas

	P1	P2	P3
A <sub>1</sub>	0.9	0.7	0.2
A <sub>2</sub>	0.8	0.5	0.9
A <sub>3</sub>	1	1	1
A <sub>4</sub>	0.5	0.4	0.3
A <sub>5</sub>	0.9	1	1
A <sub>6</sub>	1	0.5	0.1
A <sub>7</sub>	0.7	0.4	0.1
A <sub>8</sub>	0.3	0.4	0.7

Fuente: Elaboración propia, 2010

De éste 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. La distancia de Hamming entre las tres propuestas consideradas para las ocho variables consideradas el subconjunto borroso de umbrales, se obtendrán de la siguiente forma:

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

La determinación de la “*distancia*” existente nos permitirá determinar el grado de afinidad entre las tres propuestas sobre las valoraciones otorgadas a las ocho variables en la opinión de los expertos. Todo ello resultará útil para el establecimiento de conclusiones generales, y pondrá de manifiesto las diferencias de opinión entre políticos, economistas y empresarios.

Los resultados obtenidos han sido:

P1=

$$1/8(|0.9 - 0.8| + |0.8 - 0.5| + |1 - 0.4| + |0.5 - 0.5| + |0.9 - 0.7| + |1 - 0.9| + |0.7 - 0.2| + |0.3 - 0.3|) = 0.225$$

P1	P2	P3
0.225	0.215	0.425

Lo que significaría que la 2ª línea de actuación es la que ofrece mayor grado de afinidad entre las tres propuestas sobre la valoración de los expertos. También es destacable el alejamiento en los resultados obtenido en la línea de actuación P3(empresarios) con respecto a las líneas más afines representadas por P1 (políticos) y P2 (economistas).

Otro de los análisis que podríamos realizar sería el determinar el grado de adecuación entre las respuestas ofrecidas y representadas por P1,P2 y P3, y el subconjunto borroso de

umbrales, para ello se puede construir un coeficiente de adecuación de P a I, de la siguiente manera: Si:  $\mu_p(x) \geq \mu_I(x)$  entonces se escribirá  $K_x(p \rightarrow i) = 1$  y si  $\mu_p(x) < \mu_I(x)$  se escribirá  $K_x(p \rightarrow i) = 1 - \mu_I(x) + \mu_p(x)$ , lo que permite también la siguiente notación globalizadora:  $K_x(p \rightarrow i) = 1 \wedge (1 - \mu_I(x) + \mu_p(x))$ , 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 de  $\xi$ , con objeto de obtener un número en [0,1]. Así para la propuesta 1 tendríamos:

$$P1 = \frac{1}{8}(0.7 + 0.8 + 0.4 + 1 + 0.6 + 0.9 + 0.1 + 1) = 0.625$$

P1	P2	P3
0.625	0.75	0.6825

Por tanto la propuesta que ha obtenido un mayor grado de adecuación al subconjunto difuso de umbrales ha sido la P3, y por otro lado, según concluimos anteriormente, se trata de la propuesta más discrepante con las otras dos. Aunque 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 sin embargo en éste último caso el nivel de aceptación alcanzado estaría por encima del ideal. Para evitar éste 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.

Tabla 3- Vector de ponderaciones

W=	0.03	0.01	0.02	0.2	0.05	0.1	0.06	0.03
----	------	------	------	-----	------	-----	------	------

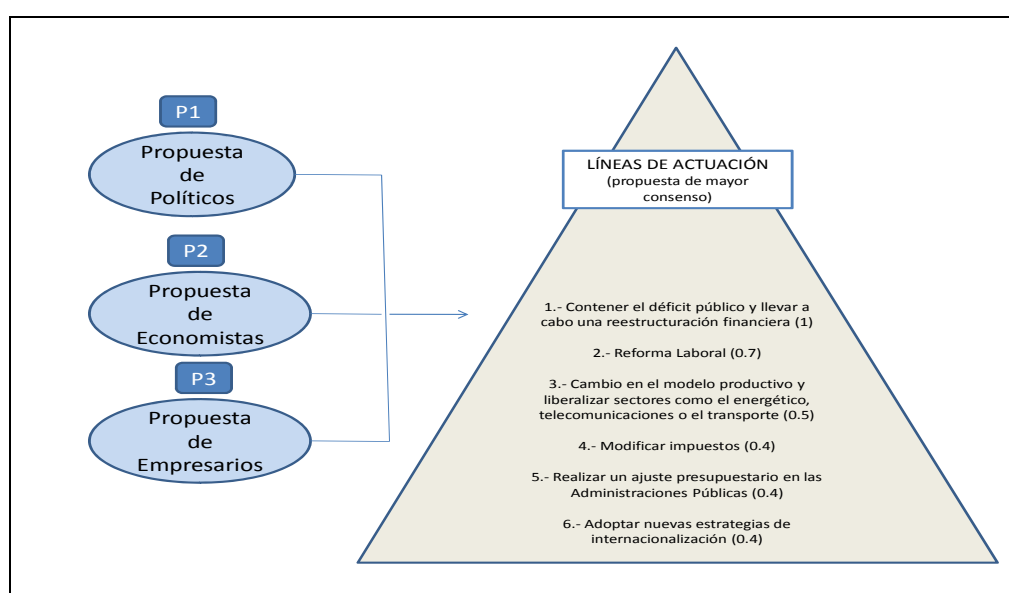
Fuente: Elaboración propia, 2010

$$P1 = \frac{1}{8}(0.03 \times (0.9 - 0.8) + 0.01 \times (0.8 - 0.5) + 0.02 \times (1 - 0.4) + 0.2 \times (0.5 - 0.5) + 0.05 \times (0.9 - 0.7) + 0.1 \times (1 - 0.9))$$

P1	P2	P3
0.085	0.0131	0.2135

Por tanto al realizar esta ponderación, los resultados se han modificado (al suavizar valores extremos) y por tanto la propuesta que presenta una menor distancia es la P2, y representa un mayor acercamiento al subconjunto de umbrales. En conclusión, la propuesta 2 (economistas) es la candidata a un mayor consenso, y la que ofrece una visión más cercana al planteamiento de partida que hemos utilizado, procedente de un grupo de expertos. La ponderación que hemos realizado ha afectado sobre todo al grupo 3 (empresarios) que eran los que ofrecían una mayor heterogeneidad en sus conclusiones.

**Figura 3- Líneas de actuación que han obtenido el mayor consenso y adecuación a la opinión agregada de los expertos**



Fuente: Elaboración propia, 2010

La metodología anteriormente propuesta se ha fundamentado en opiniones basadas en las conclusiones a las que llegaron un grupo de expertos reunidos para tratar de buscar una salida a la crisis. Las conclusiones a las que hemos llegado nos han servido para establecer un punto de partida, el de "las líneas de actuación prioritarias" que gozan de un mayor consenso entre la colectividad sometida al estudio. 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.

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 ejemplo, la revalorización de la moneda china (Yuan); esto supondría una disminución de las importaciones de productos chinos y para nuestro país podría significar un incremento de la competitividad, incremento de producción, incremento de empleo y posiblemente nuevos horizontes de internacionalización como África. Otro ejemplo que podríamos poner y que podría significar una reformulación de objetivos prioritarios: el que se alcanzara un acuerdo entre americanos y chinos sobre el medio ambiente por el que se comprometieran ambas potencias a reducir la contaminación y emplearan nuevas tecnologías poco contaminantes. Ello implicaría una disminución de la demanda de petróleo, bajada de precios (al abarataarse el coste de transporte por ejemplo), bajada de la inflación e incremento de empleo. Estos ejemplos han servido para ilustrar en qué medida la aparición de un acontecimiento inesperado podría alterar las conclusiones del estudio anterior. Es por ello que, 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 ésta 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 del grupo de expertos; 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  $(0.4,0.4)$ . De este modo las respuestas iniciales se irían reformulando en función del grado de incertidumbre que haya en cada momento.

En la tabla adjunta se aprecia el valor otorgado a las respuestas del grupo P1 ante diferentes niveles de incertidumbre para las ocho variables establecidas en el estudio:

Tabla 4- Opiniones iniciales

	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>6</sub>	A <sub>7</sub>	A <sub>8</sub>
P1	[0.4, <b>0.9</b> , 1]	[0.4, <b>0.8</b> , 0.9]	[0.5, <b>1</b> , 1]	[0.1, <b>0.5</b> , 0.5]	[0.5, <b>0.9</b> , 1]	[1, <b>1</b> , 1]	[0.1, <b>0.7</b> , 1]	[0.1, <b>0.3</b> , 0.7]

Tabla 5-Opiniones formuladas en forma de  $\alpha$  cortes

	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>
P1	$[0.4 + 0.5 \alpha, 1 - 0.1 \alpha]$	$[0.4 + 0.4 \alpha, 0.9 - 0.1 \alpha]$	$[0.5 + 0.5 \alpha, 1 - 0 \alpha]$	$[0.1 + 0.4 \alpha, 0.5 - 0 \alpha]$
	A <sub>5</sub>	A <sub>6</sub>	A <sub>7</sub>	A <sub>8</sub>
	$[0.5 + 0.4 \alpha, 1 - 0.1 \alpha]$	$[1 + 0 \alpha, 1 - 0 \alpha]$	$[0.1 + 0.6 \alpha, 1 - 0.3 \alpha]$	$[0.1 + 0.2 \alpha, 0.7 - 0.4 \alpha]$

Tabla 6- Opiniones para un nivel de mínima incertidumbre-certeza  $\alpha=1$

	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>6</sub>	A <sub>7</sub>	A <sub>8</sub>
P1	[0.9,0.9]	[0.8,0.8]	[1,1]	[0.5,0.5]	[0.9,0.9]	[1,1]	[0.7,0.7]	[0.3,0.3]

Tabla 7- Opiniones para un nivel de máxima incertidumbre  $\alpha=0$

	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>6</sub>	A <sub>7</sub>	A <sub>8</sub>
P1	[0.4,1]	[0.4,0.9]	[0.5,1]	[0.1,0.5]	[0.5,1]	[1,1]	[0.1,0.3]	[0.1,0.7]

Tabla 8- Opiniones para un nivel de  $\alpha=0.6$

	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	A <sub>5</sub>	A <sub>6</sub>	A <sub>7</sub>	A <sub>8</sub>
P1	[0.7,0.94]	[0.64,0.84]	[0.8,1]	[0.34,0.5]	[0.74,0.94]	[1,1]	[0.46,0.82]	[0.22,0.46]

El proceso descrito anteriormente para el grupo P1 se repetiría para los grupos P2 y P3. Un estudio interesante que nos podríamos plantear a continuación sería el de determinar la amplitud de las diferencias de opinión entre los expertos consultados en cada grupo para un nivel de incertidumbre determinado. El hecho de que existan opiniones de expertos 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 experto de la distancia que existe entre su opinión y la opinión agregada de todos los expertos 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.

Si recurrimos a la opinión de varios individuos del grupo elegido para el estudio, con objeto de que proporcionen su opinión acerca de una medida económica concreta propuesta, obtendríamos un "haz de números borrosos", ante lo cual sería conveniente el 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 éste 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*”, para lo cuál consideraremos que si la opinión agregada viene dada por:  $\tilde{R}^m = (a_1^m, a_2^m, a_3^m)$  y la opinión de cada individuo por:

$$\tilde{I}^i = (a_1^i, a_2^i, a_3^i)$$

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:  $D_1 = \frac{|(a_1^i - a_1^m)| + |(a_2^i - a_2^m)|}{2}$ . Para

obtener una cifra comprendida entre 0 y 1 se acostumbra a tomar un referencial:  $P \geq \bigvee_i a_3^i - \bigwedge_i a_1^i$

en 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:  $\frac{\beta}{|a_3^i - a_3^m|} = \frac{1 - \beta}{|a_2^i - a_2^m|}$ , con lo que la suma de las áreas de los triángulos

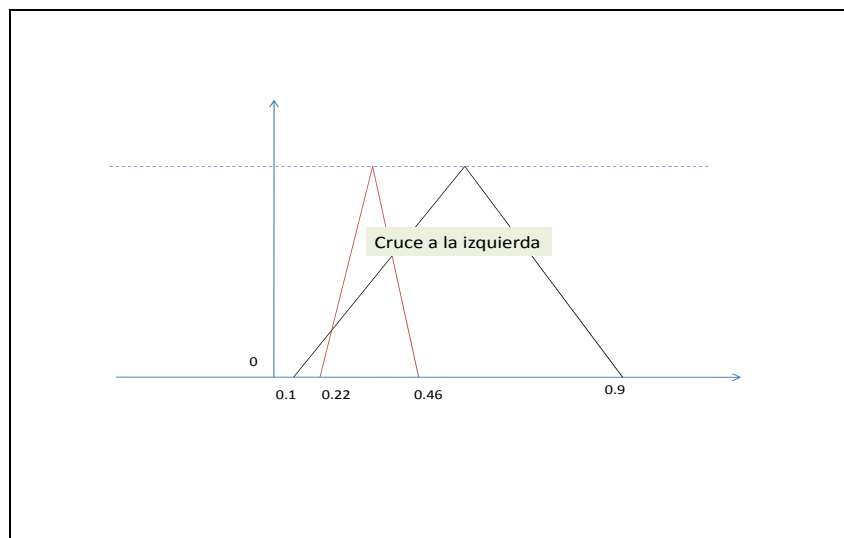
será:  $D_d = \frac{|a_3^i - a_3^m| \cdot \alpha}{2} + \frac{|a_2^i - a_2^m| \cdot (1 - \beta)}{2}$ , en donde:  $\beta = \frac{|a_3^i - a_3^m|}{|a_2^i - a_2^m| + |a_3^i - a_3^m|}$  y  $1 - \beta =$

$$\frac{\left| a_2^i - a_2^m \right|}{\left| a_2^i - a_2^m \right| + \left| a_3^i - a_3^m \right|} . \text{ La distancia lineal a la derecha sería: } d_D = \frac{D_D}{P} \text{ y la distancia}$$

lineal relativa sería:  $d = \frac{d_1 + d_D}{2}$

Supongamos que el individuo 1 perteneciente al grupo P1 ante un nivel de incertidumbre planteado con un  $\alpha = 0.6$  mantiene una opinión [0.1,0.5,0.9] para la variable  $A_8$ , siendo la opinión del agregado [0.22,0.3,0.46]. La representación gráfica se mostraría a continuación:

**Figura 4- Distancia entre la opinión del experto y la opinión del agregado de respuestas**



Fuente: Elaboración propia, 2010

$[0.1 - 0.22] \times [0.5 - 0.3] < 0$  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:

$$\frac{\beta}{|0.9 - 0.46|} = \frac{1 - \beta}{|0.5 - 0.3|}$$

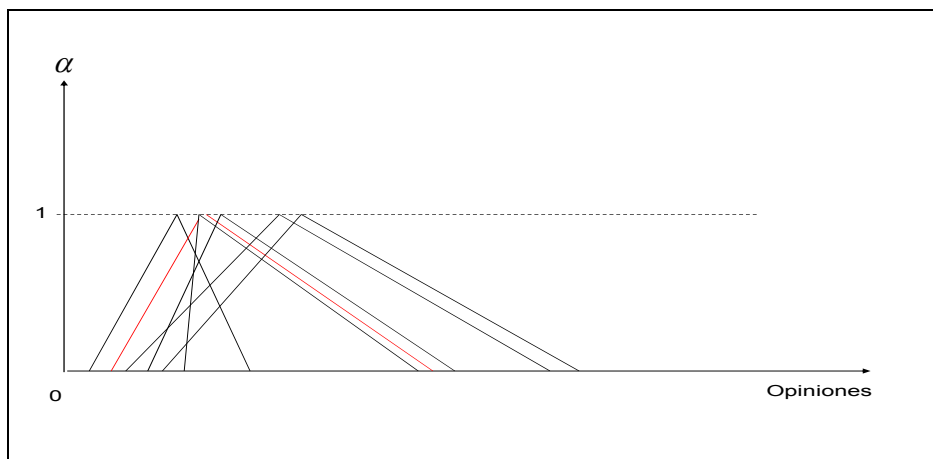
En donde  $\beta = \frac{|0.9-0.46|}{|0.5-0.3|+|0.9-0.46|} = 0.6875$  y por tanto  $1-\beta = 0.3125$ . La suma de las áreas de los triángulos será:  $D = \frac{|0.9 - 0.46| \times 0.6875}{2} + \frac{|0.5 - 0.3| \times 0.3125}{2} = 0.1825$

La información que recibe cada experto le permitirá reconsiderar o no la opinión inicialmente emitida. Así por ejemplo, el experto cuya distancia habríamos obtenido por el procedimiento anterior, se podría acercar a la opinión agregada mientras que otros expertos, se alejarían sensiblemente de lo que se ha considerado como opinión del grupo. En este caso concreto, como en otros muchos, resulta conveniente el remitir a todos y cada uno de los expertos 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. Cuando existan uno o varios expertos que insistan en sus opiniones separadas del grupo, será conveniente el analizar las causas por las cuales se produce tal disparidad y que podrían ser debidas a afinidades políticas, profesión, formación....etc.

Normalmente resulta conveniente el establecer “*ex ante*” el número de veces que se va a pedir la opinión y detener el proceso cuando la distancia de la mayor parte de los expertos 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 manera sustancial.



**Figura 5- Gráfica de opiniones de los expertos integrantes del grupo 1 del estudio**



Fuente: Elaboración propia, 2010

Hemos podido apreciar 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 éste modo el 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.

## 5. Conclusiones

### 1) Sobre la conveniencia del estudio:

En el artículo se ha presentado un modelo que permite ayudar a la toma de decisiones a partir de las apreciaciones de un grupo de expertos sobre las posibles líneas de actuación prioritarias para salir de la crisis. La metodología propuesta permite buscar la postura que ofrezca un mayor consenso, teniendo en cuenta la incertidumbre que conlleva éste 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.

## *2) Sobre el enfoque del estudio*

El estudio se ha desarrollado siguiendo una secuencia lógica en la que se toma como punto de partida las informaciones ofrecidas por expertos en materia económica. Con estas informaciones, se han establecido las variables del estudio (posibles líneas de actuación), para posteriormente proponer una encuesta a miembros de tres grupos relevantes (políticos, economistas y empresarios). 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 similaridad alto en su percepción de la actual crisis económica.

## *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 éste 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 a continuación está prevista su puesta en práctica con datos reales.

## Bibliografía:

Bellman, R.; Zadeh, L. (1970). "Decision Making in a Fuzzy Environment". *Management Science*, 17, (4), 141-164.

Berzosa, C. (2009). "Crisis financiera, crisis global" *El País digital*. 10 febrero.

[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/) [Consulta: 29 mayo 2009]

Bojadziev, G.; Bojadziev, M. (1997). *Fuzzy Logic for Business, Finance and Management*. World Scientific, Singapore, London.

Cabrerizo Lorite, F.J.(2008). *Nuevos modelos de toma de decisión en grupo con información lingüística difusa*. Tesis Doctoral

Campa, J.M. "A por lo importante, que también es lo urgente"[en línea]. *El Mundo Mercados*. 8 marzo 2009.

<<http://www.elmundo.es/papel/2009/04/19/mercados/2631682.html>> [Consulta: 1 junio 2009]

De la Dehesa, G. (2009). *La primera gran crisis financiera del siglo XXI: orígenes, detonantes, efectos, respuestas y remedios*. Ariel, Barcelona

Gil Aluja, J. (1995). "Towards a new concept of economic research". *Fuzzy Economic Review*, 1, 5-23.

Gil Aluja, J. (1995). *La gestión interactiva de los recursos humanos en la incertidumbre*. Centro de Estudios Ramón Areces S. A., Madrid.

Gil Aluja, J. (1996). "Lances y desventuras del nuevo paradigma de la teoría de la decisión". *Proceedings of the III Congress of SIGEF*, Buenos Aires.

Gil Lafuente, A. (1990). *El análisis financiero en la incertidumbre*. Ariel, Barcelona.

Gil Lafuente, A. (2001). *Nuevas estrategias para el análisis financiero de la empresa*. Ariel, Barcelona.

Herrera, F.; Herrera-Viedma, E. (2000). "Linguistic decision analysis: steps for solving decision problems under linguistic information". *Fuzzy Sets and Systems*, 115, 67-82.

Chernoff, H. (1987). *Elementary decision theory*. Dover Publications. New York 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). "Analysing the unification point in the selection of polyvalent financial products", *Modelling, Measurement and Control D*, 29 (1), 37-54.

Merigó, J.M. ; Gil-LaFuente, A.M. (2008). "The generalized adequacy coefficient and its application in strategic decision making", *Fuzzy Economic Review*, 13 (2), 17-36.

Merigó, J.M. ; Gil-LaFuente, A.M. (2008). "Geometric operators in the selection of human resources", *International Journal of Computer and Information Science and Engineering*, 2 (1), 45-51.

Sánchez, J. (2007). *Modelos para la combinación de preferencias en toma de decisiones: herramientas y aplicaciones*. Tesis Doctoral, Granada

Zadeh, L. A. (1975). "The concept of a linguistic variable and its applications to approximate reasoning". Part I, *Information Sciences*, 8, 199-249. Part II, *Information Sciences*, 8, 301-357. Part III, *Information Sciences*, 9, 43-80.

[Vídeo explicativo sobre las perspectivas de la crisis] [en línea]. *Fondo Monetario Internacional*. <<http://www.imf.org/external/mmedia/view.asp?eventID=1370>> [Consulta: 3 septiembre 2009]