

# MODELO DE CONSENSO ADAPTATIVO PARA PROBLEMAS DE TOMA DE DECISIÓN EN GRUPO CON INFORMACIÓN LINGÜÍSTICA MULTIGRANULAR

L. Martínez, F. Mata<sup>0</sup>  
Dept. Informática  
Universidad de Jaén  
23700- Jaén, Spain  
e-mail: martin,fmata@ujaen.es

E. Herrera-Viedma  
Dept. CC e I.A  
Universidad de Granada  
18071- Granada, Spain  
e-mail: viedma@decsai.ugr.es

## Resumen

Para resolver un problema de Toma de Decisión en Grupo (TDG) se aplican dos procesos, un proceso de consenso y un proceso de selección. En el primero los expertos llevan a cabo varias rondas de discusión en un intento de aproximar sus opiniones, mientras en el segundo se realiza la selección de las alternativas solución de acuerdo a las opiniones de los expertos.

En este trabajo nos centraremos en el proceso de consenso en problemas de TDG con conocimiento vago o impreciso. El Enfoque Lingüístico Difuso se ha mostrado como una herramienta eficaz para tratarlo.

El propósito de este trabajo es optimizar el proceso de consenso en problemas de TDG en los que los expertos utilizan diferentes conjuntos de términos lingüísticos para expresar sus preferencias, es decir, definidos en contextos lingüísticos multigranulares. Para ello proponemos un modelo de consenso adaptativo que se comporte de forma diferente según el grado de consenso alcanzado en cada una de las rondas que componen el proceso de consenso.

**Palabras Clave:** Consenso, Información Lingüística Multigranular, Toma de Decisiones en Grupo, Relaciones de Preferencia.

## 1 INTRODUCCIÓN

Un problema de TDG se puede definir como una situación de decisión en la que intervienen varios expertos que intentan encontrar en conjunto la mejor solución al problema planteado.

<sup>0</sup>Soportado parcialmente por los Proyectos de Investigación MTM 2005-08982-C04-03 y TIN2004-21700-E

Normalmente en los problemas de TDG los expertos expresan sus opiniones de una manera precisa utilizando valores cuantitativos. Sin embargo, en algunas ocasiones, puede ocurrir que los expertos tengan que valorar aspectos cualitativos que difícilmente admiten valoraciones numéricas precisas. En estos casos el uso de otro tipo de valoraciones, como por ejemplo las palabras, puede ser más apropiado. El Enfoque Lingüístico Difuso [13] ha dado buenos resultados en la representación y valoración de información cualitativa en problemas de Toma de Decisiones [1, 7, 10, 12].

En los problemas de TDG al intervenir un conjunto de expertos, es frecuente que éstos pertenezcan a diferentes áreas de estudio o bien que tengan un grado de conocimiento distinto sobre el problema. Esto puede propiciar que cada experto prefiera usar su propio conjunto de términos lingüísticos para expresar sus preferencias. Cada conjunto estará caracterizado por su semántica y/o granularidad. En estos casos decimos que el problema de TDG está definido en un contexto lingüístico multigranular [3, 5, 6]

Los problemas de TDG se resuelven llevando a cabo dos procesos (ver Figura 1):

- i) Proceso de Consenso: Se desarrolla en varias rondas de discusión en las que los expertos discuten y cambian sus opiniones con el objetivo de alcanzar un grado de acuerdo o consenso mínimo antes de tomar una decisión. Aparece la figura del moderador que comprueba el grado de acuerdo existente y en caso de ser necesario sugerirá los cambios en las preferencias de los expertos que permita incrementar el grado de consenso.
- ii) Proceso de Selección: Una vez alcanzado el nivel de consenso adecuado, se lleva a cabo la selección de la mejor o mejores alternativas solución al problema planteado.

El intento de modelar el proceso de consenso ha llevado a varios autores a proponer diferentes modelos [2, 8, 11], si bien en ninguno de ellos se intenta optimizar el proceso conforme mejora el grado de acuerdo,

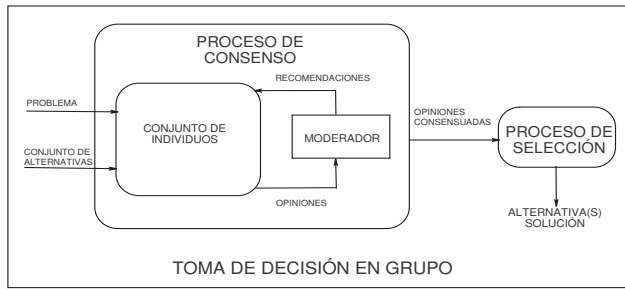


Figura 1: Procesos en los problemas de TDG.

sino que siempre se mantiene el mismo modelo de actuación independientemente del acuerdo existente. Esta contribución propone un modelo de consenso adaptativo que automatice las tareas del moderador mediante la generación de recomendaciones que indiquen a los expertos cómo han de modificar sus opiniones para incrementar el nivel de acuerdo. Esta generación de recomendaciones se basará en un proceso de búsqueda de preferencias con bajo nivel de acuerdo. La característica de *adaptativo* de este modelo de consenso se refleja en el proceso de búsqueda de preferencias anterior, que se implementará utilizando uno de tres procedimientos posibles, donde el procedimiento utilizado en cada ronda dependerá del grado de acuerdo existente en la misma. Este modelo adaptativo mejorará el incremento del grado de acuerdo en cada ronda y disminuirá el número de cambios y rondas del proceso de consenso.

Dado que en este trabajo nos centramos en problemas de TDG definidos en contextos lingüísticos multigranulares las medidas de consenso utilizadas para calcular el acuerdo en cada ronda y recomendar los cambios de preferencias necesarios serán las presentadas en [9]:

- a) Grados de consenso: Miden el grado de consenso entre todos los expertos.
- b) Medidas de proximidad: Miden la proximidad o distancia de la opinión de cada experto respecto a la opinión colectiva del grupo.

El modelo de consenso adaptativo propuesto para problemas de TDG definidos en contextos lingüísticos multi-granulares está compuesto por cuatro fases que se repiten hasta alcanzar el nivel de consenso deseado o un número máximo de rondas fijado inicialmente:

1. Unificación de la información.
2. Control del grado de consenso.
3. Búsqueda adaptativa de preferencias a modificar.
4. Generación de recomendaciones.

Esta contribución está estructurada de la siguiente forma. En la Sección 2 se hace una breve revisión de los

problemas de TDG definidos en contextos lingüísticos multigranulares. En la Sección 3 presentamos el modelo de consenso adaptativo para este tipo de contextos. En la Sección 4 finalizaremos con una serie de conclusiones.

## 2 PROBLEMAS DE TDG EN CONTEXTOS LINGÜÍSTICOS MULTIGRANULARES

Un problema de TDG está compuesto por un grupo de expertos,  $E = \{e_1, e_2, \dots, e_m\}$  ( $m \geq 2$ ), que expresan sus opiniones sobre un conjunto de alternativas finito,  $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$  ( $n \geq 2$ ), con el objetivo de encontrar una solución común al problema. Cada experto  $e_i$  proporciona sus preferencias sobre  $X$  por medio de relaciones de preferencia,  $P_{e_i} \subset X \times X$ , donde cada valor  $\mu_{P_{e_i}}(x_l, x_k) = p_i^{lk}$  denota el grado de preferencia de la alternativa  $x_l$  sobre  $x_k$  expresada por el experto  $e_i$ , [4].

En algunas ocasiones los expertos han de valorar fenómenos o aspectos de naturaleza cualitativa que no admiten valoraciones numéricas precisas, apareciendo cierto grado de imprecisión o incertidumbre que ha sido tratada satisfactoriamente por el Enfoque Lingüístico Difuso [13].

En esta contribución nos centramos en problemas de TDG en los que los expertos utilizan términos lingüísticos y relaciones de preferencia para expresar sus preferencias,  $\mu_{P_{e_i}} : X \times X \rightarrow S$ , siendo  $S$  un conjunto de etiquetas lingüísticas  $S = \{s_0, s_1, \dots, s_g\}$  que cumple las siguientes condiciones:

1. Es ordenado,  $s_i \geq s_j$ , si  $i \geq j$ .
2. Existe un operador de negación,  $\text{Neg}(s_i) = s_j$  tal que  $j = g - i$ .

La semántica de los términos se representa mediante números difusos definidos en el intervalo  $[0,1]$ .

Los expertos que intervienen en el problema de TDG pueden pertenecer a diferentes áreas de investigación y/o tener distinto grado de conocimiento sobre el problema. Esta circunstancia puede implicar que utilicen conjuntos de términos lingüísticos diferentes. Diremos que estamos ante un problema TDG definido en un contexto lingüístico multigranular si cada experto  $e_i$  utiliza para expresar sus preferencias su propio conjunto de términos lingüísticos  $S_i = \{s_0^i, \dots, s_g^i\}$  caracterizado por su granularidad y/o semántica, siendo necesario disponer de herramientas para trabajar y modelar este tipo de información [5].

### 3 MODELO DE CONSENSO ADAPTATIVO

En esta sección presentamos el modelo adaptativo propuesto para optimizar el proceso de consenso en problemas de TDG definidos en contextos lingüísticos multigranulares. Este modelo está compuesto por cuatro fases:

1. *Unificación.* Unifica las preferencias lingüísticas multigranulares proporcionadas por los expertos en un único dominio de expresión.
2. *Control del consenso.* Calcula distintas medidas de consenso para comprobar el nivel de acuerdo existente.
3. *Búsqueda Adaptativa de preferencias a modificar.* Si no existe un acuerdo suficiente ejecuta diferentes procedimientos para buscar e identificar las preferencias que deben cambiar los expertos.
4. *Generación de Recomendaciones.* Recomienda cómo han de cambiar los expertos sus preferencias para mejorar el nivel de acuerdo en la siguiente ronda.

Cada una de estas fases se describen con mayor detalle en las siguientes subsecciones.

#### 3.1 UNIFICACIÓN

Debido a que tratamos con información lingüística multigranular, antes de poder operar con ella, es necesario unificar todas las preferencias lingüísticas en un único dominio que denominaremos conjunto básico de términos lingüísticos  $S_T$ . Esta unificación la realizaremos mediante conjuntos difusos en  $S_T$  siguiendo el proceso presentado en [5]:

1. Elección del conjunto básico de términos lingüístico,  $S_T = \{c_0, \dots, c_g\}$ .
2. Transformación de todos los términos lingüísticos pertenecientes a los diferentes  $S_i$  en conjuntos difusos definidos sobre  $S_T$ . Para realizar esta unificación se definen diferentes funciones de transformación  $\tau_{S_i S_T}(\cdot)$  que transforman cada preferencia lingüística  $p_i^{lk}$  en un conjunto difuso  $\tilde{p}_i^{lk}$  en  $S_T$ :

$$\tilde{p}_i^{lk} = \tau_{S_i S_T}(p_i^{lk}) = \{(c_h, \alpha_{ih}^{lk}) \mid h = 0, \dots, g\}$$

$$\alpha_{ih}^{lk} = \max_y \min\{\mu_{p_i^{lk}}(y), \mu_{c_h}(y)\}$$

donde al menos  $\exists \alpha_{ih}^{lk} > 0$  y  $\forall \alpha_{ih}^{lk} \in [0, 1]$ .

Para simplificar la notación usaremos sólo los grados de pertenencia  $(\alpha_{i0}^{lk}, \dots, \alpha_{ig}^{lk})$  para representar cada conjunto difuso  $\tilde{p}_i^{lk}$ . Con lo que las relaciones de preferencia unificadas,  $\tilde{\mathbf{P}}_{e_i}$ , se representarán:

$$\tilde{\mathbf{P}}_{e_i} = \begin{pmatrix} \tilde{p}_i^{11} = (\alpha_{i0}^{11}, \dots, \alpha_{ig}^{11}) & \dots & \tilde{p}_i^{1n} = (\alpha_{i0}^{1n}, \dots, \alpha_{ig}^{1n}) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{p}_i^{n1} = (\alpha_{i0}^{n1}, \dots, \alpha_{ig}^{n1}) & \dots & \tilde{p}_i^{nn} = (\alpha_{i0}^{nn}, \dots, \alpha_{ig}^{nn}) \end{pmatrix}$$

#### 3.2 CONTROL DEL CONSENSO

Una vez unificadas todas las preferencias mediante conjuntos difusos en  $S_T$ , se calcula y comprueba el nivel de acuerdo existente entre los expertos.

Esta fase se realiza en dos pasos:

1. Cálculo de los grados de consenso. Los grados de consenso miden el nivel de consenso alcanzado entre los expertos. En primer lugar se calcula una matriz de consenso,  $CM$ , que representa la similitud entre las opiniones de todos los expertos. Para su cálculo se utiliza la función de similitud presentada en [9] y se realizan los siguientes pasos:
  - Se calculan matrices de similitud,  $SM_{ij}$ , entre cada par de expertos,  $i$  y  $j$  con  $i < j$ , usando la medida de similitud presentada en [9].
  - Se agregan todas las matrices,  $SM_{ij}$ , en una única matriz mediante un operador de agregación como la media aritmética y a la matriz obtenida la denominamos matriz de consenso,  $CM$ .

Una vez obtenida la matriz de consenso se evalúa el consenso en tres niveles diferentes:

**Consenso sobre pares de alternativas  $cp^{lk}$ :**

Evalúa el consenso en cada par de alternativas  $(x_l, x_k)$ , coincidiendo con los valores de la matriz de consenso  $CM = (cm^{lk})$ ,  
 $cp^{lk} = cm^{lk}$ , para  $l, k = 1, \dots, n$  y  $l \neq k$

**Consenso sobre las alternativas,  $ca^l$ :** Evalúa el consenso en cada alternativa  $x_l$ ,

$$ca^l = \frac{\sum_{k=1, l \neq k}^n cp^{lk}}{n-1}$$

**Consenso entre expertos,  $ce$ :** Evalúa el grado de consenso "total" entre los expertos considerando todas las alternativas,

$$ce = \frac{\sum_{l=1}^n ca^l}{n}$$

Para cualesquiera de estas medidas un valor próximo a 1 indica un grado de consenso alto y un valor próximo a 0 indica bajo.

2. Control del grado de consenso. El modelo comprueba el nivel de acuerdo y decide si el proceso de consenso debe terminar o continuar. Para ello compara el grado de consenso entre expertos,  $ce$ , con un umbral de consenso  $\gamma$  fijado a priori:

- Si  $ce \geq \gamma$ , se ha alcanzado un nivel de acuerdo suficiente, y se pasa al proceso de selección de alternativas.
- Si  $ce < \gamma$ , el acuerdo alcanzado no es suficiente por lo que continúa la siguiente fase del proceso de consenso.

### 3.3 BÚSQUEDA ADAPTATIVA DE PREFERENCIAS A MODIFICAR

Esta fase es la que imprime el carácter adaptativo del modelo al adaptar la búsqueda e identificación de las preferencias a cambiar dependiendo del grado de consenso alcanzado en cada ronda de consenso. Si el grado de consenso es bajo significa que existen bastantes discrepancias entre las preferencias de los expertos y por lo tanto los expertos deberán acometer muchos cambios para acercar sus opiniones. Sin embargo, si el grado de consenso es alto significa que existe bastante coincidencia entre sus preferencias y sólo los expertos más alejados deberán cambiar sus preferencias.

Este modelo propone que el procedimiento de búsqueda consiga disminuir el número de cambios conforme el nivel de acuerdo se va incrementado. Para ello proponemos que el modelo utilice tres procedimientos de búsqueda de preferencias (PBp) diferentes según el nivel de acuerdo.

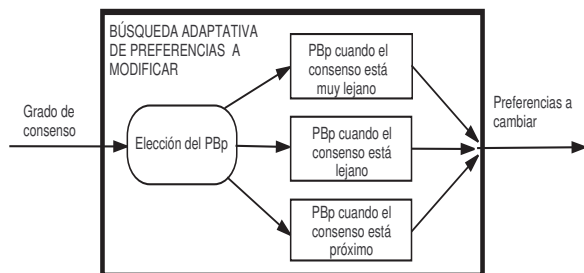


Figura 2: Búsqueda Adaptativa de preferencias

En esta fase se llevan a cabo dos tareas (Figura 2):

- 1) Elección del procedimiento de búsqueda de preferencias más apropiado. El modelo establece una serie de condiciones en las que se tiene en cuenta el grado de consenso alcanzado en la ronda actual,  $ce$ , y dos umbrales de consenso  $\theta_1$  y  $\theta_2$  utilizados para diferenciar tres posibles situaciones de consenso: muy lejano, lejano y próximo.

Los umbrales de consenso  $\theta_1$  y  $\theta_2$  son establecidos a priori y dependerán del problema a resolver.

- 2) Ejecución del PBp. Según el grado de consenso actual,  $ce$ , se ejecutará uno de los tres procedimientos. Cada PBp analiza el consenso desde un punto de vista diferente:

Tabla 1: Características de los PBp

Estado de Consenso	Foco de atención	Expertos afectados por los cambios
Muy Lejano	Pares de alternativas	Todos los expertos
Lejano	Alternativas	Expertos más alejados en las alternativas en desacuerdo
Próximo	Expertos	Expertos más alejados en pares y alternativas en desacuerdo

El resultado de la ejecución de un PBp es el conjunto de preferencias que cada experto  $e_i$  deberá cambiar en la siguiente ronda de consenso. A continuación se describen las características y el funcionamiento de cada uno de estos procedimientos.

#### 3.3.1 PBp para situaciones en las que el consenso está muy lejano.

El modelo adaptativo propone ejecutar este procedimiento cuando considera que el grado de consenso es bajo, i.e.,  $ce \leq \theta_1$ , y por lo tanto el acuerdo está muy lejano.

Tal y como se muestra en la Tabla 1 el propósito de este procedimiento es identificar los pares de alternativas  $(x_l, x_k)$  en los que existe menor grado de consenso y proponer a todos los expertos que cambien sus preferencias sobre estos pares.

Para buscar las preferencias a cambiar lleva a cabo las siguientes operaciones:

1. Identificar todos los pares  $(x_l, x_k)$  en los que el grado de consenso es menor que un determinado umbral de consenso  $\rho$  definido a nivel de pares de alternativas,

$$P = \{(l, k) \mid cp^{lk} < \rho, l, k = 1, \dots, n\}$$

donde  $cp^{lk}$  representa el grado de consenso calculado para cada par de alternativas. El valor de  $\rho$  puede ser fijado a priori o bien ser dinámico y actualizarse adaptándose al nivel de acuerdo alcanzado en cada ronda (ej.: media de los valores actuales).

2. Obtener el conjunto de preferencias que el modelo recomendará cambiar a todos los expertos  $e_i$ :

$$PREFECH_i^{ML} = \{(l, k) \mid (l, k) \in P\}, \quad \forall e_i \in E.$$

#### 3.3.2 PBp para situaciones en las que el consenso está lejano

Tras una o varias rondas de consenso en las que todos los expertos han cambiado sus preferencias conforme a las recomendaciones del modelo, el grado de consenso deberá haber aumentado, i.e.,  $\theta_1 < ce \leq \theta_2$ .

Parece lógico cambiar el criterio utilizado para buscar las preferencias a cambiar. En la Tabla 1 se ve que el propósito de este procedimiento es identificar las alternativas  $x_l$  y pares de alternativas  $(x_l, x_k)$  pertenecientes a estas alternativas en las que no existe consenso suficiente, y proponer que sean cambiadas sólo por los expertos que en esas alternativas se encuentren más alejados.

Para seleccionar las preferencias a cambiar el procedimiento lleva a cabo las siguientes operaciones:

1. Calcular los grados de consenso a nivel de alternativas,  $ca^l$ , utilizando para ello los grados de consenso a nivel de pares,  $cp^{lk}$ :

$$ca^l = \frac{\sum_{k=1, l \neq k}^n cp^{lk}}{n-1}$$

2. Identificar las alternativas en las que grado de consenso es menor que un umbral de consenso  $\rho$ , siendo éstas el conjunto de alternativas a cambiar,

$$X^{ch} = \{l \mid ca^l < \rho\}.$$

3. Identificar los pares pertenecientes a estas alternativas en las que no hay consenso,

$$P = \{(l, k) \mid l \in X^{ch}, cp^{lk} < \rho\}.$$

4. Calcular la proximidad de cada experto a nivel de alternativas de las alternativas en las que no hay consenso,

$$\{pa_i^l, l \in X^{ch}\}, \forall e_i \in E.$$

5. Finalmente, obtener el conjunto de preferencias que cada experto  $e_i$  deberá cambiar:  $PREFECH_i^l = \{(l, k) \mid l \in X^{ch} \wedge (l, k) \in P \wedge pa_i^l < \beta_1^l\}$ , donde  $\beta_1^l$  es un umbral de proximidad utilizado para seleccionar los expertos a cambiar según su proximidad a nivel de alternativas.

### 3.3.3 PBp para situaciones en las que el consenso está próximo

Este procedimiento se ejecuta en situaciones en las que el grado de consenso esta próximo la umbral de consenso  $\gamma$  considerado para finalizar el proceso de consenso, i.e.,  $\theta_2 < ce < \gamma$ .

Llegado este momento, un número relativamente pequeño de cambios de opinión puede hacer que se alcance el consenso en la siguiente ronda. Esto se consigue añadiendo una nueva restricción a las restricciones existentes en el PBp anterior cuyo resultado es la reducción del número de expertos que han de cambiar sus preferencias.

En la Tabla 1 se muestra que este procedimiento pretende identificar las alternativas y pares de alternativas en las hay menor consenso y proponer su cambio sólo a los expertos que en esos pares se encuentren más alejados.

Para conseguir su propósito lleva a cabo los siguientes pasos:

1. Realiza las mismas operaciones numeradas del 1-4 descritas en el PBp cuando el consenso está lejano.
2. Obtiene para cada  $e_i$  el conjunto de preferencias a cambiar:  $PREFECH_i^P = \{(l, k) \mid l \in X^{ch} \wedge (l, k) \in P \wedge pa_i^l < \beta_1^l \wedge pp_i^{lk} < \beta_2^{lk}\}$ , donde  $pp_i^{lk}$  representa la proximidad de cada experto a nivel de pares de alternativas y  $\beta_1^l$  y  $\beta_2^{lk}$  son dos umbrales de proximidad utilizados para seleccionar los expertos a cambiar,  $\beta_1^l$  a nivel de alternativas y  $\beta_2^{lk}$  a nivel de pares de alternativas.

Con esta nueva condición se comprueba fácilmente que  $|\bigcup_i PREFECH_i^P| \leq |\bigcup_i PREFECH_i^L|$ , y dado que  $|\bigcup_i PREFECH_i^L| \leq |\bigcup_i PREFECH_i^{ML}|$ , se puede deducir que el modelo de consenso adaptativo adapta su funcionamiento al grado de consenso existente en cada momento, reduciendo el número de cambios conforme el grado de consenso va aumentando.

## 3.4 GENERACIÓN DE RECOMENDACIONES

Para conseguir que en cada nueva ronda el acuerdo entre los expertos sea mayor y el número de cambios a realizar por los expertos menor, es necesario que estos cambien sus preferencias más alejadas en la dirección correcta. En caso contrario, si los cambios se realizan de forma arbitraria, no se podrá garantizar que el grado de consenso mejore.

El objetivo de esta fase es recomendar a los expertos cómo han de cambiar las preferencias obtenidas por los PBp's para aproximar sus opiniones y mejorar el grado de consenso en la siguiente ronda. Para identificar la dirección se han definido un conjunto de *reglas de dirección* que comparan los valores centrales de los conjuntos difusos que representan tanto a las preferencias individuales como a la preferencia colectiva del grupo de expertos. El valor central representa la posición o el centro de gravedad de la información contenida en el conjunto difuso  $\tilde{p}_i^{lk} = (\alpha_{i0}^{lk}, \dots, \alpha_{ig}^{lk})$  y se calcula como:

$$cv(\tilde{p}_i^{lk}) = \frac{\sum_{h=0}^g index(s_h^i) \cdot \alpha_{ih}^{lk}}{\sum_{h=0}^g \alpha_{ih}^{lk}}$$

donde  $index(s_h^i) = h$ .

Esta comparación se lleva a cabo teniendo en cuenta tres reglas de dirección:

**DR.1.** Si  $(cv(\tilde{p}_i^{lk}) - cv(\tilde{p}_c^{lk})) < 0$ , el experto  $e_i$  debería incrementar la valoración dada al par de alternativas  $(x_l, x_k)$ .

**DR.2.** Si  $(cv(\tilde{p}_i^{lk}) - cv(\tilde{p}_c^{lk})) > 0$ , el experto  $e_i$  debería decrementar la valoración dada al par de alternativas  $(x_l, x_k)$ .

**DR.3.** Si  $(cv(\tilde{p}_i^{lk}) - cv(\tilde{p}_c^{lk})) = 0$  entonces el experto  $e_i$  no modificará la valoración dada al par de alternativas  $(x_l, x_k)$ .

Donde  $\tilde{p}_i^{lk}$  son valores individuales del experto  $i$  y  $\tilde{p}_c^{lk}$  son los valores colectivos del grupo de expertos

## 4 CONCLUSIONES

En este trabajo hemos presentado un modelo de consenso para problemas de TDG definidos en contextos lingüísticos multigranulares. Este modelo busca e identifica las preferencias a cambiar de forma diferente según el grado de consenso alcanzado en cada ronda de consenso. Con esta adaptación se consigue optimizar el proceso de consenso incrementando la velocidad de convergencia hacia el consenso y reduciendo el número de rondas y por lo tanto el tiempo necesario para alcanzar el consenso buscado.

Este modelo es una mejora al presentado en [9] tal y como muestra la Tabla 4, donde se comparan los resultados devueltos por ambos modelos aplicados sobre el mismo problema de TDG con ocho expertos y cuatro alternativas y que será expuesto en detalle en la presentación de este trabajo:

Tabla 2: Comparativa de modelos

Nº Rondas	Modelo adaptativo	Modelo no adaptativo [9]
1ª Ronda	ce=0.634 cambios=56	ce=0.634 cambios=36
2ª Ronda	ce=0.73 cambios=17	ce=0.703 cambios=28
3ª Ronda	ce=0.77	ce=0.749 cambios=6
4ª Ronda		ce=0.759

## Referencias

- [1] B. Arfi. Fuzzy decision making in politics: A linguistic fuzzy-set approach (lfsa). *Political Analysis*, 13(1):23–56, 2005.
- [2] N. Bryson. Group decision making and the analytic hierarchy process: Exploring the consensus-relevant information content. *Computers and Operational Research*, 23:27–35, 1996.
- [3] S.L. Chang, R.C. Wang, and S.Y. Wang. Applying a direct multi-granularity linguistic and strategy-oriented aggregation approach on the assessment of supply performance. *European Journal of Operational Research*, page In Press, 2006.
- [4] J. Fodor and M. Roubens. *Fuzzy preference modelling and multicriteria decision support*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1994.
- [5] F. Herrera, E. Herrera-Viedma, and L. Martínez. A fusion approach for managing multi-granularity linguistic term sets in decision making. *Fuzzy Sets and Systems*. 114 43-58, 114:43–58, 2000.
- [6] F. Herrera, E. Herrera-Viedma, L. Martinez, F. Mata, and P.J. Sanchez. *A Multi-Granular Linguistic Decision Model for Evaluating the Quality of Network Services*. Intelligent Sensory Evaluation: Methodologies and Applications. Springer, Ruan Da, Zeng Xianyi (Eds.), 2004.
- [7] F. Herrera, E. Herrera-Viedma, and J.L. Verdegay. A linguistic decision process in group decision making. *Group Decision and Negotiation*, 5:165–176, 1996.
- [8] F. Herrera, E. Herrera-Viedma, and J.L. Verdegay. A model of consensus in group decision making under linguistic assessments. *Fuzzy Sets and Systems*, 79:73–87, 1996.
- [9] E. Herrera-Viedma, L. Martínez, F. Mata, and F Chiclana. A consensus support system model for group decision-making problems with multi-granular linguistic preference relations. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, 13(5):644–658, 2005.
- [10] M.H. Rasmy, S.M. Lee, W.F. Abd El-Wahed, A.M. Ragab, and M.M. El-Sherbiny. An expert system for multiobjective decision making: Application of fuzzy linguistic preferences and goal programming. *Fuzzy Sets and Systems*, 127:209–220, 2002.
- [11] S.Zadrozny. *Consensus under Fuzziness*, chapter An Approach to the Consensus Reaching Support in Fuzzy Environment, pages 83–109. Kluwer Academic Publishers, 1997.
- [12] Z.S Xu. A method based on linguistic aggregation operators for group decision making with linguistic preference relations. *Information Science*, 166:19–30, 2004.
- [13] L.A. Zadeh. The concept of a linguistic variable and its applications to approximate reasoning. *Information Sciences, Part I, II, III*, 8,8,9:199–249,301–357,43–80, 1975.