

# VOTACIÓN E INTENSIDAD DE LAS PREFERENCIAS. UNA APROXIMACIÓN BASADA EN AHP\*

**José María Moreno Jiménez**

**María Teresa Escobar Urmeneta**

Grupo Decisión Multicriterio Zaragoza  
Facultad de Económicas. Universidad de Zaragoza  
e-mail: moreno@unizar.es

## **Resumen**

Este trabajo presenta un nuevo procedimiento de votación, denominado *Método de Borda Contextualizado* (MBC), que, utilizando el Proceso Analítico Jerárquico (AHP) como aproximación multicriterio, incorpora la intensidad de las preferencias de los individuos en un problema de decisión en grupo. Este método de votación emplea la *Agregación de Estructuras de Preferencia Individuales* (AIPS), una herramienta decisional propuesta en Escobar y otros (2004), y formalizada en Escobar y Moreno-Jiménez (2005), que extiende los dos enfoques seguidos tradicionalmente en la toma de decisiones en grupo con AHP (agregación de juicios -AJI- y agregación de prioridades -API-) al caso de las estructuras de preferencia. La aproximación resultante incorpora ideas similares a los tradicionales métodos de Borda y, además de subsanar alguna de sus limitaciones de éstos, permite capturar: (i) la riqueza de la incertidumbre que es inherente a los seres humanos; (ii) la visión de cada decisor dentro del contexto del problema; (iii) las interdependencias entre las alternativas que son comparadas y (iv) las intensidades de las preferencias que cada decisor da a dichas interdependencias. Partiendo de la estructura de preferencias asociada a cada decisor, el nuevo método de votación proporciona la importancia relativa (intensidad) conjunta para el grupo de cada alternativa y de cada ordenación, así como la estructura de preferencias más representativa del grupo.

**Palabras clave:** Votación, Proceso Analítico Jerárquico (AHP), Intensidad, Incertidumbre, Interdependencias, Agregación de Estructuras de Preferencia Individuales.

**Área temática:** Métodos cuantitativos

\* Este trabajo está parcialmente sufragado por el proyecto multidisciplinar del Gobierno de Aragón “Gobierno electrónico. Toma de decisiones complejas basadas en Internet: e-democracia y e-cognocracia” (ref. PM2004-052).

## 1. INTRODUCCIÓN

La complejidad de los problemas tratados en la conocida como Sociedad del Conocimiento, la especialización de los individuos motivada, entre otras causas, por el crecimiento exponencial del saber acumulado y el desarrollo de la tecnología de la información y de las comunicaciones, y la consideración de una visión holística de la realidad como punto de partida en la resolución científica de los problemas planteados en el ámbito de las ciencias sociales, requieren la utilización de aproximaciones metodológicas que permitan la consideración de múltiples escenarios y criterios, muchos de ellos intangibles, y la participación de múltiples actores.

Al hablar de decisiones con múltiples actores, Moreno-Jiménez y otros (2002) distinguen tres posibles situaciones: (i) *Decisión en Grupo*; (ii) *Decisión Negociada* y (iii) *Decisión Sistémica*. En la primera situación los individuos funcionan como un todo en la búsqueda de un fin común. En la segunda, cada individuo resuelve el problema por su cuenta y se buscan las zonas de acuerdo y desacuerdo entre los actores. Por último, en la tercera se permite que cada individuo actúe de manera independiente, buscando la integración de todas las posturas atendiendo al principio de tolerancia.

En la primera situación (Decisión en Grupo), para obtener los juicios representativos del grupo se distinguen (Altuzarra y otros, 2005) tres métodos: (M1) *debate y consenso* entre los actores; (M2) *votación* y (M3) *agregación* de los juicios. En decisión en grupo con el Proceso Analítico Jerárquico (AHP) se suelen utilizar dos formas de proceder (Saaty, 1989; Ramanathan y Ganesh, 1994; Forman y Peniwati, 1998): (i) trabajar con los *juicios* individuales (AJI), habitualmente calculando la media geométrica de los mismos y (ii) trabajar con las *prioridades* individuales (API), sintetizando las mismas mediante la *media geométrica ponderada*.

Recientemente, el Grupo Decisión Multicriterio Zaragoza (<http://gdmz.unizar.es>) ha propuesto sendos procedimientos de priorización para la toma de decisiones en grupo con AHP. En concreto, Altuzarra y otros (2005) han presentado un nuevo método basado en el análisis bayesiano de un modelo estadístico para los juicios, mientras que Escobar y Moreno-Jiménez (2005) han propuesto otro basado en la Agregación de las *Estructuras de Preferencias Individuales* (AEPI). Por otro lado, utilizando el concepto de consistencia, Moreno-Jiménez y otros (2002, 2005) han introducido una nueva herramienta decisional, la *Matriz de Consenso en Consistencia* (MCC), que permite identificar el *corazón* de consistencia del grupo y analizar la evolución de las estructuras de preferencia derivadas del mismo.

Partiendo de las estructuras de preferencia (Moreno-Jiménez y Vargas, 1993) asociadas a los diferentes decisores, en lo que sigue se presenta un nuevo procedimiento de votación que, utilizando el Proceso Analítico Jerárquico como aproximación multicriterio, permite incorporar la intensidad de las preferencias de los individuos en un problema de decisión en grupo y proporciona la importancia relativa (intensidad) conjunta para el grupo de cada alternativa y de cada ordenación, así como la estructura de preferencias representativa del grupo.

Esta importancia relativa conjunta del grupo o “número de votos” conseguidos por cada una de las alternativas comparadas se obtiene aplicando ideas similares a los métodos de Borda (Escobar y Moreno-Jiménez, 2005; Córdoba, 2004). Una importante diferencia de este nuevo planteamiento respecto a los tradicionales métodos de marcas de Borda es que la *frecuencia absoluta* de los individuos que ubican una alternativa en una determinada posición es reemplazada por la *importancia relativa* que el conjunto de los decisores (grupo) le dan a esa alternativa en esa posición. La importancia relativa de la alternativa en la posición se obtiene acumulando la importancia relativa de todas las ordenaciones en las que la alternativa ocupa la posición considerada.

La nueva propuesta permite capturar: (i) la riqueza de la incertidumbre que es inherente a los seres humanos; (ii) la visión de cada decisor dentro del contexto del problema; (iii) las interdependencias entre las alternativas que son comparadas y (iv) las intensidades de las preferencias que cada decisor da a dichas interdependencias.

Obviamente, la utilización de este proceso de votación sólo será aconsejable cuando no se haya podido alcanzar un consenso entre los actores participantes en la resolución del problema, o ellos mismos hayan fijado que este sea el mecanismo seguido para ordenar y seleccionar las alternativas. En síntesis cuando se aborde, conforme a la clasificación vista a comienzos de la sección, la toma de decisiones en grupo o negociada.

Para una mejor comprensión del nuevo procedimiento de votación planteado, éste se aplica a una situación correspondiente a una encuesta sobre el Tratado Europeo (Constitución) efectuada el pasado 3 de marzo de 2005 a un total de 81 alumnos de la asignatura Investigación Operativa, ubicada en segundo curso de la licenciatura en Administración y Dirección de Empresas (Facultad de Económicas y Empresariales de la Universidad de Zaragoza).

El esquema seguido en este trabajo es el siguiente. La Sección 2 analiza brevemente algunos conceptos básicos de los diferentes procedimientos de votación existentes y de la toma de decisiones en grupo con el Proceso Analítico Jerárquico (AHP-GDM), en particular las ideas fundamentales de los métodos de votación de Borda y de los procedimientos de priorización en AHP-GDM. La Sección 3 presenta el nuevo procedimiento de votación propuesto. La Sección 4 recoge la aplicación considerada y, finalmente, la Sección 5 resalta las conclusiones más destacadas del trabajo, así como algunas futuras líneas de investigación en este sentido.

## **2. DECISIÓN EN GRUPO Y VOTACIÓN**

Como ya se ha mencionado, la complejidad de los problemas tratados en el ámbito de las ciencias sociales, donde los aspectos emocionales asociados al factor humano son esenciales en la toma de decisiones, está llevando a la consideración y utilización de aproximaciones más abiertas, realistas y efectivas que las tradicionales. En este caso, en consonancia con los nuevos paradigmas evolucionistas (Moreno y otros, 2001; Moreno, 2003), la búsqueda de una verdad única y universal está siendo reemplazada por la búsqueda de un conocimiento que permita un aprendizaje y mejora continuada del sistema en estudio.

Para poder capturar e incorporar en los modelos matemáticos utilizados en la resolución científica de los problemas las diferentes visiones de la realidad de los actores implicados en la resolución del problema, los aspectos emocionales y la incertidumbre inherente a los individuos que participan en la toma de decisiones, se necesita que las nuevas aproximaciones científicas utilizadas en la resolución de problemas tengan un buen comportamiento con múltiples actores (Saaty, 1996).

En lo que sigue se ha optado por emplear una de las técnicas de decisión multicriterio más extendidas y utilizada en la práctica: el Proceso Analítico Jerárquico (AHP) propuesto por T. L Saaty (Saaty, 1977, 1980). Esta metodología consta de cuatro etapas: (i) *Modelización*; (ii) *Valoración*; (iii) *Priorización* y (iv) *Síntesis*.

En la primera se construye un modelo jerárquico que represente el problema, en el que se incluyen escenarios, actores, criterios, subcriterios de diferentes niveles de desagregación y, por último, las alternativas. En la segunda se incorporan mediante comparaciones pareadas las preferencias de los individuos según la escala fundamental de Saaty. En la tercera se calculan, mediante alguno de los procedimientos de priorización existentes, las prioridades locales (de cada nodo respecto al que cuelga) y globales (de cada nodo respecto al nodo raíz o meta del problema). Por último, se sintetizan las prioridades globales de las alternativas para obtener las prioridades totales de las mismas. Una característica de esta técnica es que permite evaluar la inconsistencia del decisor a la hora de emitir los juicios.

Si el problema se plantea con varios decisores (decisión en grupo) se supone que la jerarquía que lo modeliza es única. En esta situación, cada decisor emite una matriz de juicios, matriz cuadrada recíproca y positiva en la que se recogen sus preferencias entre los elementos comparados en cada nodo de la jerarquía, y a partir de ellas se obtienen las prioridades para el grupo de los elementos comparados.

Cuando se trabaja en Decisión en Grupo (todos los actores persiguen un fin común), se supone que los individuos implicados han determinado con antelación el procedimiento que represente la opinión del grupo (compromiso). En esta situación, la literatura de AHP considera dos aproximaciones: *Agregación de Juicios Individuales* (AJI) y *Agregación de Prioridades Individuales* (API).

Cuando se trabaja en *Decisión Negociada* (cada individuo persigue su propio fin) se busca la determinación de zonas de acuerdo y desacuerdo entre los actores. No obstante, tanto en esta situación como en la anterior, cuando no hay consenso sobre la forma de agregar los juicios o las prioridades, es preciso recurrir a procedimientos de votación, ampliamente estudiados en el ámbito de la teoría de elección social.

A partir de los trabajos iniciales de Ramón Llull (1232-1316) y Nikolaus von Cusa (1401-1464), Jean-Charles de Borda (1733-1799) desarrolló una teoría matemática de las elecciones en la que el “valor” final de cada alternativa se obtenía a partir de la ordenación o ranking de todas las alternativas dada por cada elector y una marca o peso que se le asignaba a cada posición.

Como paso previo para facilitar la comprensión del nuevo procedimiento de votación propuesto, se presentan los dos procedimientos seguidos en la toma de decisiones en grupo con AHP (AJI y API). Todo ello, suponiendo un contexto *local* (un único criterio en la jerarquía) con  $n$  alternativas  $(A_1, \dots, A_n)$  y  $r$  decisores  $(D_1, \dots, D_r)$ .

Si se denota por  $A^{[k]} = (a_{ij}^{[k]})$  la matriz de comparaciones pareadas del  $k$ -ésimo decisor ( $k=1, \dots, r$ ;  $i, j = 1, \dots, n$ ) y por  $\beta_k$  su importancia relativa en el grupo ( $\beta_k \geq 0$ ,  $\sum_{k=1}^r \beta_k = 1$ ), las prioridades de las alternativas comparadas según los dos procedimientos AJI y API se obtienen como sigue:

*Agregación de Juicios Individuales (AJI):* A partir de las matrices de juicios individuales,  $A^{[k]}$   $k=1, \dots, r$ , se construye una matriz de juicios para el grupo  $A^{[G]} = (a_{ij}^{[G]})$  utilizando cualquier procedimiento de agregación de juicios individuales y, a partir de ella, se obtienen las prioridades de las alternativas,  $w^{[G/J]} = (w_i^{[G/J]})$  mediante cualquier procedimiento de priorización.

*Agregación de Prioridades Individuales (API):* A partir de las matrices de juicios individuales,  $A^{[k]}$   $k=1, \dots, r$ , se obtienen las prioridades individuales mediante cualquier procedimiento de priorización,  $w^{[k]} = (w_i^{[k]})$ ,  $k = 1, \dots, r$  y, a partir de ellas, utilizando cualquier procedimiento de agregación de prioridades individuales se obtienen las prioridades de las alternativas,  $w^{[G/P]} = (w_i^{[G/P]})$ .

Puede comprobarse (Escobar, Aguarón y Moreno, 2004) que si se utilizara la media geométrica ponderada como procedimiento de agregación de juicios ( $a_{ij}^G = \prod_{k=1}^r (a_{ij}^{[k]})^{\beta_k}$ ) y de prioridades ( $w_i^{G/P} = \prod_{k=1}^r (w_i^{[k]})^{\beta_k}$ ) individuales y la media geométrica por filas como procedimiento de priorización para las matrices de juicio individuales ( $w_i^{[k]} = \frac{1}{\|w^{[k]}\|} \left( \prod_{j=1}^n a_{ij}^{[k]} \right)^{1/n}$ ) y del grupo ( $w_i^{[G/J]} = \frac{1}{\|w^{[G/P]}\|} \left( \prod_{j=1}^n a_{ij}^{[G]} \right)^{1/n}$ ), los dos métodos de priorización anteriores (AJI y API) coinciden ( $w_i^{[G/J]} = w_i^{[G/P]}$ ,  $i=1, \dots, n$ ). Este resultado no es cierto si como método de priorización se toma el autovector principal por la derecha.

Cuando no se puede alcanzar un compromiso entre los individuos implicados sobre el procedimiento de agregación seguido con los juicios y con las prioridades, o, caso de alcanzarlo, si el comportamiento de los actores es tan diferenciado que provocaría un excesivo pesar a la hora de agregar opiniones tan enfrentadas, se suele recurrir a procedimientos de votación. A continuación, se presenta un nuevo método de votación que incorpora las intensidades de las preferencias y las interrelaciones entre las alternativas.

### 3. AGREGACIÓN DE ESTRUCTURAS DE PREFERENCIA

En lo que sigue, basándose en la agregación de estructuras de preferencia y en las ideas de los métodos de Borda tradicionales, se plantea un nuevo procedimiento de votación, *Método de Borda Contextualizado* (MBC), que permite adaptar este método de votación a las demandas de los nuevos planteamientos filosófico-metodológicos en la resolución científica de problemas complejos planteados en el ámbito de las ciencias sociales.

Esta propuesta, básicamente, permite capturar la visión holística de la realidad (múltiples escenarios, criterios y actores, así como sus interrelaciones e interdependencias) y las tendencias de los nuevos paradigmas decisionales (incorporación en los procesos decisionales de lo intangible, emocional y subjetivo asociado al factor humano). Además, a diferencia de los métodos ordinales, incorpora la intensidad de las preferencias entre las alternativas y establece controles basados en las medidas de inconsistencia para evitar, o al menos dificultar, algunas de las limitaciones de los métodos de Borda, en particular la “falta de honradez”.

Una de las diferencias fundamentales de este nuevo planteamiento respecto al método de votación de Borda tradicional (Córdoba, 2004), es que la *frecuencia absoluta* de los individuos que ubican una alternativa en una determinada posición es reemplazada por la *importancia relativa* que el conjunto de los decisores (grupo) le dan a esa alternativa en esa posición. La importancia relativa de la alternativa en la posición se obtiene acumulando la importancia relativa de todas las ordenaciones en las que la alternativa ocupa la posición considerada.

En síntesis, al margen de dificultar la manipulación del procedimiento, este nuevo método de votación permite incorporar en los procesos de elección discreta: (i) la riqueza de la incertidumbre que es inherente a los seres humanos; (ii) la visión de cada decisor dentro del contexto del problema; (iii) las interdependencias entre las alternativas que son comparadas y (iv) las intensidades de las preferencias que cada decisor da a dichas interdependencias.

Conforme a la situación (contexto local) y notación contemplada en la Sección 2, así como la Definición 1, el esquema del nuevo procedimiento de agregación de las estructuras de preferencia individuales es el siguiente.

**Definición 1:** Dadas  $n$  alternativas  $A_1, \dots, A_n$ , se define

(i) Un *Ranking* de las  $n$  alternativas,  $R_j = (r_{j1}, \dots, r_{jn})$ , como una de las posibles ordenaciones de las mismas. En total hay  $n!$  posibles ordenaciones,  $R_j$  ( $j=1, \dots, s=n!$ ), donde  $r_{jp} = i$  significa que la alternativa  $i$  está situada en la posición  $p$ -ésima ( $p=1, \dots, n$ ) del ranking  $j$ -ésimo ( $j=1, \dots, s$ ).

(ii) Una *Estructura de Preferencia* (EP) para  $n$  alternativas es la distribución de probabilidad de los rankings que se presentan para las mismas.

**Procedimiento:**

El método propuesto para obtener la *importancia global de una alternativa para el grupo* ( $W_i^G = W^G(A_i), i=1, \dots, n$ ) consiste en los siguientes pasos:

**Paso 1:** Cada decisor  $D_k$  ( $k=1, \dots, r$ ), utilizando alguna de las técnicas de decisión multicriterio -AHP en este caso-, compara las  $n$  alternativas  $A_i$  ( $i=1, \dots, n$ ) proporcionando una matriz de juicios  $A^{[k]} = (a_{ij}^{[k]})$  que puede ser incompleta<sup>1</sup> e imprecisa<sup>2</sup>. De esta manera, la intensidad de las preferencias de los decisores es incluida en el modelo. Además la medida de la inconsistencia permite evaluar comportamientos poco honrados de los actores.

<sup>1</sup> Los juicios emitidos deben, al menos, permitir la conexión de todos los nodos.

<sup>2</sup> En cada entrada de la matriz se tiene un intervalo de juicios.

**Paso 2:** Para cada decisor  $D_k$  se calcula la estructura de preferencia resultante  $(R_j^{[k]}; p_j^{[k]})$ ,  $k = 1, \dots, r$ ,  $j = 1, \dots, s$ . De esta forma se incorpora la incertidumbre del decisor a la hora de emitir sus juicios. El resultado viene dado en una tabla como la siguiente:

Tabla 1. Estructuras de preferencia para los decisores

Dec.\Rank.	$R_1$	...	$R_j$	...	$R_s$	Suma
$D_1$	$p_1^{[1]}$	...	$p_j^{[1]}$	...	$p_s^{[1]}$	1
.						1
$D_k$	$p_1^{[k]}$	...	$p_j^{[k]}$	...	$p_s^{[k]}$	1
.						1
$D_r$	$p_1^{[r]}$	...	$p_j^{[r]}$	...	$p_s^{[r]}$	1

**Paso 3:** Se calcula la distancia  $d_{kk'} = d(D_k, D_{k'})$  entre las estructuras de preferencia asociadas a dos decisores cualesquiera  $(D_k, D_{k'})$ ,  $k, k' \in \{1, \dots, r\}$  utilizando la siguiente expresión:

$$d_{kk'} = d(D_k, D_{k'}) = \sum_{j=1}^s \sum_{l=1}^s p_j^{[k]} p_l^{[k']} d(R_j, R_l),$$

donde la distancia entre dos *rankings* cualesquiera viene dada a partir de una medida de correlación ordinal, en este caso el coeficiente por rangos de Spearman ( $\rho$ ):

$$d(R_j, R_l) = 1 - \rho(R_j, R_l) = 1 - \left(1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n d_i^2}{n^3 - n}\right) = \frac{6 \sum_{i=1}^n d_i^2}{n^3 - n}$$

con  $d_i = p - q$ , donde  $r_{jp} = r_{lq} = i$ , esto es,  $d_i$  es la diferencia entre las posiciones que ocupa la alternativa  $A_i$  en las dos ordenaciones.

De esta manera se capturan las interdependencias entre las alternativas comparadas en el problema.

**Paso 4:** Se calcula la importancia relativa para el grupo,  $\Pi^G(R_j)$ , de cada *ranking*  $R_j$ ,  $j = 1, \dots, s = n!$ . Habitualmente, la importancia relativa de un ranking, en general de cualquier elemento de una tabla de contingencia, se obtiene marginalizando, esto es, tomando un valor promedio de la respectiva fila o columna, como puede ser la media aritmética ( $\Pi^G(R_j) = \sum_{k=1}^r \beta_k p_j^{[k]}$ ) o la geométrica ( $\Pi^G(R_j) = \prod_{k=1}^r (p_j^{[k]})^{\beta_k}$ ).

Desgraciadamente esta forma de proceder no captura las interdependencias entre las alternativas. Para recoger este aspecto, así como las interrelaciones entre los actores implicados, se evalúa la distancia del grupo al ranking considerado:

$$D^G(R_j) = \sum_{k=1}^r \beta_k d(D_k, R_j)$$

siendo

$$d(D_k, R_j) = \sum_{l=1}^s p_l^{[k]} d(R_l, R_j)$$

A partir de esta distancia se define la *importancia relativa para el grupo del ranking*  $R_j$  como:

$$\Pi^G(R_j) = \frac{1/D^G(R_j)}{\sum_j 1/D^G(R_j)}, \quad j = 1, \dots, s$$

Conocida la importancia relativa para el grupo de cada ranking se pueden determinar el *ranking más preferido* por el grupo (mayor  $\Pi^G(R_j)$ ,  $j=1, \dots, s$ ), así como la *estructura de preferencia representativa* del mismo, que se define como:

$$(R_j^{[\sigma]}; p_j^{[\sigma]} = \Pi^G(R_j), j=1, \dots, s).$$

Con la información anterior se puede establecer el nuevo procedimiento de votación, conocido como votación de Borda contextualizada de la siguiente forma:

**Paso 5:** Utilizando una idea similar a los métodos de Borda, se define la *importancia global para el grupo* de cada una de las *alternativas* consideradas,  $W_i^G = W^G(A_i)$ ,  $i = 1, \dots, n$ , como:

$$W^G(A_i) = \sum_{p=1}^n (n-p+1) \cdot \sum_{j \in S_p(A_i)} \Pi^G(R_j), \quad i = 1, \dots, n$$

siendo  $S_p(A_i) = \{j \mid A_i \text{ ocupa la posición } p\text{-ésima en el ranking } R_j, j=1, \dots, s\}$

Los valores  $W_i^G = W^G(A_i)$ ,  $i = 1, \dots, n$  permiten resolver los problemas tipo  $\alpha$  (P. $\alpha$ ), esto es seleccionar la mejor alternativa (Roy, 1993). Una extensión de este procedimiento de votación al caso de *Approval Voting* puede verse en Escobar y otros (2004b).

Aunque todos estos resultados se han visto en un contexto local (un único criterio), su extensión al caso de una jerarquía es la natural. La diferencia con el caso aquí expuesto es que los decisores en el Paso 1 del procedimiento deberán proporcionar las matrices pareadas correspondientes a todos los nodos de la jerarquía y a partir de ellas calcular las estructuras de preferencia asociadas a cada decisor en la jerarquía completa (Paso 2). Los demás pasos del procedimiento son los mismos.

Para concluir esta sección mencionar que para modelizar el problema se ha seguido una técnica multicriterio específica, el Proceso Analítico Jerárquico. No obstante, el método de votación holístico presentado puede ser aplicado con cualquier otra técnica multicriterio (por ejemplo MAUT), sin más que cumplimentar los dos primeros pasos de la metodología de la forma apropiada.

#### 4. CASO PRÁCTICO

Para ilustrar el nuevo procedimiento de votación propuesto se incluye un ejemplo correspondiente a una aplicación de la anterior aproximación a una encuesta (véase el Anexo) sobre la participación de los alumnos de Investigación Operativa de la Facultad de Económicas y Empresariales en el Referéndum sobre el Tratado de la Constitución Europea celebrado en España el pasado 20 de febrero.

Los resultados provisionales con el 100% escrutado proporcionados por el Ministerio del Interior se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 2. Resultados del Referéndum 2005

<b>Total votantes:</b>	14.204.663	42,32%		
<b>Abstención:</b>	19.359.017	57,68%		
<b>Votos válidos:</b>	14.081.966	99,14%		
<b>Votos nulos:</b>	122.697	0,86%		
			<b>Votos válidos</b>	
<b>Si:</b>	10.804.464	76,73%		
<b>No:</b>	2.428.409	17,24%		
<b>En blanco:</b>	849.093	6,03%		

En la citada encuesta (<http://bilbo.unizar.es/encuesta/>) se les preguntaba sobre su participación el día del referéndum, conforme al marco establecido por el Gobierno que les permitía seleccionar una de las cinco opciones: votar sí; votar no; votar blanco; votar nulo o abstenerse, y sobre su “potencial” participación, caso de haberles permitido incorporar preferencias entre sus opciones.

La encuesta fue realizada por 81 alumnos de segundo curso de la licenciatura en ADE de la Facultad de Económicas de la Universidad de Zaragoza. Los resultados correspondientes a sus respuestas fueron, de manera simplificada, los siguientes:

Tabla 3. Resultados de la Encuesta sobre el Referéndum 2005

Respuesta	Nº respuestas	% respuesta
Si	34	41,98%
No	8	9,88%
Blanco	8	9,88%
Nulo	0	0,00%
Abstención	31	38,27%

Las opciones ofrecidas para su incorporación de intensidades en las preferencias fueron:

- A:** Aceptar este tratado por el que se establece una Constitución para Europa
- B:** Rechazar este tratado por el que se establece una Constitución para Europa
- C:** Volver a convocar otro referéndum más adelante, que sea vinculante

Los resultados que se han obtenido tras aplicar los tres enfoques de decisión en grupo con AHP (AJI, API y AEPI) tras normalizar son los siguientes:

Tabla 4. Resultados mediante los tres procedimientos de Decisión en Grupo con AHP

	AJI	API	AEPI
<b>A</b>	0,386	0,386	0,351
<b>B</b>	0,178	0,179	0,290
<b>C</b>	0,436	0,435	0,359

También se ha calculado la importancia relativa para el grupo de cada ordenación,  $\Pi^G(R_j)$  que proporciona la estructura de preferencia representativa del grupo:

Tabla 5. Estructura de Preferencia Representativa del Grupo

$R_j$	$\Pi^G(R_j)$
C>A>B	0,248723
A>C>B	0,229952
C>B>A	0,158278
A>B>C	0,143382
B>C>A	0,111811
B>A>C	0,107853

Como se esperaba (Escobar, Aguarón y Moreno, 2004), los valores alcanzados en este caso al aplicar AJI con el método del autovector y API con el de la media geométrica coinciden, pues para  $n=3$  los dos procedimientos de priorización dan el mismo resultado (Saaty, 1980). En este caso, al aplicar la agregación de estructuras de preferencia (AEPI) y recoger las interdependencias entre las ordenaciones, los valores obtenidos son más próximos.

Puede verse en el ejemplo que al incorporar las intensidades en las preferencias, la Opción C, no contemplada inicialmente en el Referéndum, ha sido la preferida. No obstante, la muestra considerada no es representativa de la población, ni era éste el sentido buscado para el trabajo. Lo que se ha pretendido con la aplicación es, exclusivamente, mostrar el funcionamiento del nuevo procedimiento de votación. Un análisis más detallado de las causas que han motivado los comportamientos observados en la encuesta será objeto de un trabajo posterior.

## 5. CONCLUSIONES

A lo largo del presente trabajo se ha presentado un nuevo procedimiento de votación que, utilizando el Proceso Analítico Jerárquico como soporte metodológico y las ideas de los métodos de recuento de Borda como base calculista, permite: (i) incorporar la intensidad de las preferencias de los individuos en los procesos decisionales; (ii) recoger la incertidumbre y el subjetivismo inherente al factor humano, en especial cuando se trabaja con aspectos intangibles; (iii) capturar las interdependencias entre las alternativas comparadas y (iv) reflejar las interrelaciones entre los actores participantes en la toma de decisiones.

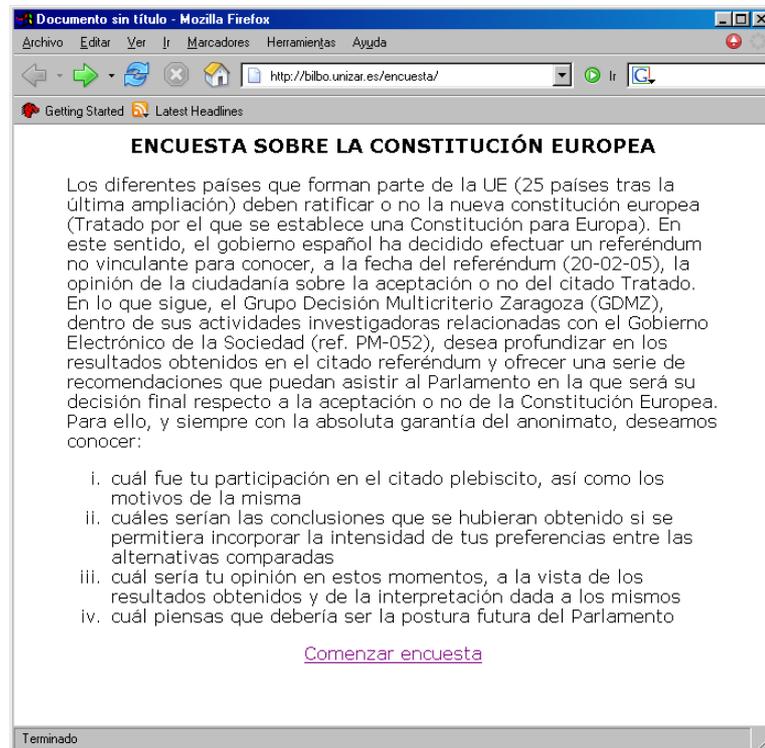
Este *método de votación de Borda contextualizado* (MBC), además de paliar algunas de las limitaciones de los métodos de Borda tradicionales, como puede ser su facilidad de manipulación del resultado por falta de honradez, responde a las exigencias de los nuevos planteamientos filosófico-metodológicos de nuestros días. En particular, recoge la visión holística de la realidad en una modelización del problema que permite la consideración de múltiples escenarios, criterios y actores, y posibilita el trabajar con aspectos intangibles, incertidumbre, información incompleta, interdependencias e interrelaciones. En síntesis, presenta un procedimiento de votación más realista y efectivo.

En cuanto a la aplicación considerada, y al margen de las limitaciones de la misma (muestra no representativa, diferente objetivo,...), se pone de manifiesto que la incorporación de la intensidad en las preferencias utilizando AHP ha provocado que la Opción C (nuevo referéndum vinculante), inicialmente no considerada, sea la preferida. Por otro lado, la incorporación de la incertidumbre y las interdependencias ha llevado a resultados más próximos entre las tres alternativas.

## Referencias:

- ALTUZARRA, A.; MORENO-JIMÉNEZ, J.M.; SALVADOR, M. (2005): A Bayesian Priorization Procedure in AHP-Group Decision Making. En evaluación.
- CÓRDOBA, M. (2004): *Metodología para la toma de decisiones*. Delta.
- ESCOBAR, M.T.; AGUARÓN, J.; MORENO-JIMÉNEZ, J.M. (2004): A Note on AHP Group Consistency for the Row Geometric Mean Priorization Procedure, *European Journal of Operational Research* 153(2), 318-322.
- ESCOBAR, M.T.; MORENO-JIMÉNEZ, J.M. (2005): Aggregation of individual preference structures in AHP-Group Decision Making. En evaluación.
- ESCOBAR, M.T.; MORENO-JIMÉNEZ, J.M.; RALUY, A.; TURÓN, A. (2004): Weighted Approval Voting with AHP for e-cognocracy. *EURO XX Conference*. Rodas (Grecia).
- FORMAN, E.; PENIWATI, K. (1998): Aggregating individual judgments and priorities with the Analytic Hierarchy Process, *European Journal of Operational Research*, 108, 165–169.
- MORENO-JIMÉNEZ, J.M. (2003): Los Métodos Estadísticos en el Nuevo Método Científico. En Casas, J.M. y Pulido, A. (eds): *Información económica y técnicas de análisis en el siglo XXI*. INE, 331-348.
- MORENO JIMÉNEZ, J.M.; AGUARÓN, J.; ESCOBAR, M.T. (2001): Metodología científica en valoración y selección ambiental, *Pesquisa Operacional* 21, 3-18 (Rev. de la Soc. Brasileña de IO).
- MORENO-JIMÉNEZ, J.M.; AGUARÓN, J.; ESCOBAR, M.T. (2002): Decisional Tools for Consensus Building in AHP-Group Decision Making. *12<sup>th</sup>. Mini Euro Conference*. Bruselas (Bélgica).
- MORENO-JIMÉNEZ, J.M.; AGUARÓN, J.; ESCOBAR, M.T. (2005): The Core of Consistency in AHP-Group Decision Making. En evaluación.
- MORENO-JIMÉNEZ, J.M.; VARGAS, L. (1993): A probabilistic study of preference structures in the Analytic Hierarchy Process with interval judgments, *Mathematical Computer Modelling*, 17 (4/5), 73-81.
- RAMANATHAN, R.; GANESH, L.S. (1994): Group Preference Aggregation Methods employed in AHP: An Evaluation and Intrinsic Process for Deriving Members' Weightages, *European Journal of Operational Research*, 79, 249–265.
- ROY, B. (1993): Decision science or decision-aid science?, *European Journal of Operational Research* 66, 184-203.
- SAATY, T.L. (1977): A Scaling Method for Priorities in Hierarchical Structures, *Journal of Mathematical Psychology*, 15 (3), 234–281.
- SAATY, T.L. (1980): *Multicriteria Decision Making: The Analytic Hierarchy Process*. Mc Graw-Hill, New York. (2ª impresión 1990, RSW Pub. Pittsburgh)
- SAATY, T.L. (1989): Group decision-making and the AHP, in B.L. Golden; E.A. Wasil : P.T. Harker (eds.) *The Analytic Hierarchy Process: Applications and Studies*. Springer-Verlag, NY, pp. 59–67.
- SAATY, T.L. (1996): *The Analytic Network Process*. RSW Publications.

## ANEXO



Pantalla de presentación de la encuesta

### BLOQUE A: IDENTIFICACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL VOTANTE

#### 1) Sexo

- Hombre  Mujer

#### 2) Partido político al que votaste en las últimas elecciones generales (marzo 2004)

- PSOE  
 PP  
 CHA  
 PAR  
 IU  
 Otros  
 Blanco  
 Nulo  
 Abstención

#### 3) Conocimiento que tenías en el momento de la votación acerca del contenido del tratado por el que se establece una Constitución para Europa.

- Mucho  Poco  Nada

#### 4) ¿Te ha parecido apropiada la fecha del referéndum?

- Sí  No  Indiferente

5) ¿Qué te parece que el referéndum no sea vinculante?

Muy Bien   
  Bien   
  Regular   
  Mal   
  Muy Mal

**BLOQUE B: INFORMACIÓN SOBRE LA VOTACIÓN EN EL REFERÉNDUM**

6) ¿Cuál fue tu voto en el referéndum sobre la C.E. celebrado el pasado 20-F?

SI   
  NO   
  Blanco   
  Nulo   
  Abstención

7) ¿Cuáles son los motivos que te han llevado a votar en este sentido? (señala tantos como creas conveniente)

Motivos relacionados con la postura con respecto a Europa

- Estoy de acuerdo con la posición del partido que habitualmente me representa
- Estoy a favor de cualquier tratado por el que se establezca una Constitución para Europa
- Estoy a favor de este tratado
- Estoy a favor de un tratado que incluyera un mayor número de medidas sociales
- Estoy a favor de un tratado que diera mayor peso a España (p.ej. manteniendo las mayorías de Niza)
- Estoy a favor de un tratado que incluyese un acuerdo sobre la Europa de los Pueblos
- Estoy en contra de este tratado
- Estoy en contra de cualquier tratado

Motivos relacionados con la forma establecida para tomar la decisión

- Hubiera preferido que la decisión la hubiera tomado el Parlamento sin haberme consultado (sin haber planteado un referéndum)
- Hubiera preferido que el referéndum hubiera sido vinculante
- Hubiera preferido que el referéndum se hubiera convocado más adelante cuando tuviera más información

Motivos relacionados con la información/interés en este problema

- No tengo información suficiente
- No tengo interés en este tema

Otros motivos (especificar):

Si en el momento de la votación en el referéndum se hubiera permitido incorporar la intensidad de las preferencias entre las opciones comparadas, ¿cuál hubiera sido tu postura ante las siguientes?

- A: Aceptar este tratado por el que se establece una Constitución para Europa
- B: Rechazar este tratado por el que se establece una Constitución para Europa
- C: Volver a convocar otro referéndum más adelante, que sea vinculante

8) Expresa la intensidad de tu preferencia entre las opciones A (aceptación) y B (rechazo):

Igualmente preferidas	Preferencia moderada	Preferencia fuerte	Preferencia muy fuerte	Preferencia extrema
<input type="checkbox"/> A = B	<input type="checkbox"/> A > B <input type="checkbox"/> A < B	<input type="checkbox"/> A >> B <input type="checkbox"/> A << B	<input type="checkbox"/> A >>> B <input type="checkbox"/> A <<< B	<input type="checkbox"/> A >>>> B <input type="checkbox"/> A <<<< B

9) Expresa la intensidad de tu preferencia entre las opciones A (aceptación) y C (nuevo referéndum):

Igualmente preferidas	Preferencia moderada	Preferencia fuerte	Preferencia muy fuerte	Preferencia extrema
<input type="checkbox"/> A = C	<input type="checkbox"/> A > C <input type="checkbox"/> A < C	<input type="checkbox"/> A >> C <input type="checkbox"/> A << C	<input type="checkbox"/> A >>> C <input type="checkbox"/> A <<< C	<input type="checkbox"/> A >>>> C <input type="checkbox"/> A <<<< C

10) Expresa la intensidad de tu preferencia entre las opciones B (rechazo) y C (nuevo referéndum):

Igualmente preferidas	Preferencia moderada	Preferencia fuerte	Preferencia muy fuerte	Preferencia extrema
<input type="checkbox"/> B = C	<input type="checkbox"/> B > C <input type="checkbox"/> B < C	<input type="checkbox"/> B >> C <input type="checkbox"/> B << C	<input type="checkbox"/> B >>> C <input type="checkbox"/> B <<< C	<input type="checkbox"/> B >>>> C <input type="checkbox"/> B <<<< C

**BLOQUE C: INFORMACIÓN SOBRE LA ACTUACIÓN POSTERIOR AL REFERÉNDUM**

Una vez que se ha realizado el referéndum, y a la vista de los resultados que se han obtenido en el mismo (ver resultados), el Parlamento debe tomar una decisión respecto de la aprobación de España del tratado por el que se establece una la Constitución para Europa

El Parlamento puede optar entre:

- A: Aceptar este tratado por el que se establece una Constitución para Europa
- B: Rechazar este tratado por el que se establece una Constitución para Europa
- C: Volver a convocar otro referéndum más adelante, que sea vinculante

Si en el momento de la votación en el referéndum se hubiera permitido incorporar la intensidad de las preferencias entre las opciones comparadas, ¿cuál hubiera sido tu postura ante ellas?

11) Expresa la intensidad de tu preferencia entre las opciones A (aceptación) y B (rechazo):

Igualmente preferidas	Preferencia moderada	Preferencia fuerte	Preferencia muy fuerte	Preferencia extrema
<input type="checkbox"/> A = B	<input type="checkbox"/> A > B <input type="checkbox"/> A < B	<input type="checkbox"/> A >> B <input type="checkbox"/> A << B	<input type="checkbox"/> A >>> B <input type="checkbox"/> A <<< B	<input type="checkbox"/> A >>>> B <input type="checkbox"/> A <<<< B

12) Expresa la intensidad de tu preferencia entre las opciones A (aceptación) y C (nuevo referéndum):

Igualmente preferidas	Preferencia moderada	Preferencia fuerte	Preferencia muy fuerte	Preferencia extrema
<input type="checkbox"/> A = C	<input type="checkbox"/> A > C <input type="checkbox"/> A < C	<input type="checkbox"/> A >> C <input type="checkbox"/> A << C	<input type="checkbox"/> A >>> C <input type="checkbox"/> A <<< C	<input type="checkbox"/> A >>>> C <input type="checkbox"/> A <<<< C

13) Expresa la intensidad de tu preferencia entre las opciones B (rechazo) y C (nuevo referéndum):

Igualmente preferidas	Preferencia moderada	Preferencia fuerte	Preferencia muy fuerte	Preferencia extrema
<input type="checkbox"/> B = C	<input type="checkbox"/> B > C <input type="checkbox"/> B < C	<input type="checkbox"/> B >> C <input type="checkbox"/> B << C	<input type="checkbox"/> B >>> C <input type="checkbox"/> B <<< C	<input type="checkbox"/> B >>>> C <input type="checkbox"/> B <<<< C