



SPOLM 2008

ISSN 2175-6295

Rio de Janeiro- Brasil, 05 e 06 de agosto de 2008.

## PROCESOS DRV (DECISIONES CON REDUCCIÓN DE VARIABILIDAD) PARA EL TRABAJO EN EQUIPO

**José L. Zanazzi**

Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales-UNC

Argentina

[jl.zanazzi@gmail.com](mailto:jl.zanazzi@gmail.com)

**José M. Conforte**

Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales-UNC

Argentina

[jconforte@mb.unc.edu.ar](mailto:jconforte@mb.unc.edu.ar)

**Magdalena Dimitroff**

Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales-UNC

Argentina

[mdimitroff@iaa.edu.ar](mailto:mdimitroff@iaa.edu.ar)

**Laura L. Boaglio**

Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales-UNC

Argentina

[laboaglio@ubp.edu.ar](mailto:laboaglio@ubp.edu.ar)

**Claudia E. Carignano**

Facultad de Ciencias Económicas-UNC

Argentina

[claudiacarignano@yahoo.com.ar](mailto:claudiacarignano@yahoo.com.ar)

### RESUMEN

En el presente artículo se examina la problemática del trabajo en equipo en el contexto de la toma de decisiones. Se considera necesario implementar metodologías eficientes para aplicar en procesos que involucran la toma de decisiones en equipo.

La propuesta metodológica desarrollada ordena el análisis, estimula la participación de todos los integrantes y permite que sus percepciones sean consideradas de manera efectiva.

Finalmente, se describe un experimento simulado de aplicación del método desarrollado.

### *PALABRAS CLAVE:*

Proceso de decisión grupal – Multicriterio – Normalidad – Índice de variabilidad remanente

### ABSTRACT

In the present paper, the role of group work in situations that require taking a decision is examined. Appropriate methodologies are essential for the successful performance of tasks involved in group

work. Therefore, it seems necessary to formulate a method that will facilitate the processes of group decision making.

The method proposed aims at organizing the analysis and stimulating the participation of all group members thus allowing for their perceptions to be considered in an effective way.

Finally, a simulated experiment of application of the developed method is described.

## KEY WORDS

Group making decision process – Multicriteria – Normal Distribution – Remanent variability index

## I.-INTRODUCCIÓN

Existe acuerdo en que la tarea de tomar decisiones en equipo presenta múltiples ventajas. Sin embargo, no es fácil adoptar una decisión que reciba el aporte de todos los integrantes del grupo y que pueda ser compartida y sostenida por los mismos.

Por ese motivo es recomendable utilizar metodologías adecuadas, que transformen el proceso de análisis del problema de decisión en una tarea productiva, satisfactoria y enriquecedora para el equipo de trabajo. En esa condición se encuentran las herramientas de apoyo multicriterio a la decisión. Una revisión general de los conceptos fundamentales de esta rama del conocimiento se encuentra en Barba Romero y Pomerol (1997).

Dichos métodos facilitan el estudio de problemas donde es necesario seleccionar uno de entre un conjunto pequeño y discreto de elementos de decisión, con pocos criterios de análisis y una cantidad de entre diez y veinte participantes.

Ahora bien, el paradigma dominante en la DMD considera la figura ideal de una sola persona a cargo de la decisión. En todo caso, la participación de un grupo se resuelve en la mayoría de las propuestas mediante simplificaciones como el cálculo de promedios.

En formulaciones recientes, el trabajo en equipo comienza a ser observado con características distinguibles. Las mismas presentan distintas consideraciones sobre las diferencias entre los juicios de los integrantes del grupo.

Entre los aportes más notables, se han hecho diversas propuestas coincidentes con la idea de utilizar variables lingüísticas para representar la variabilidad en las opiniones de múltiples decisores. En este sentido puede recordarse al propio Saaty (1978), a Saaty (1996) y a Simoes (2007). En este último, las herramientas de lógica difusa permiten referir aspectos como la incertidumbre en los juicios y las opiniones del grupo se resumen con el cálculo de una media geométrica. Con representaciones similares pueden encontrarse en internet otras iniciativas, como por ejemplo las páginas de Munda (2003) “a” y “b”, que exponen el método NAIADE, caracterizado por ofrecer una extensa galería de funciones de verdad para incorporar la variabilidad en los juicios.

Con otro enfoque, respecto al tratamiento de la incertidumbre generada por los juicios colectivos, se encuentra la Teoría Matemática de la Evidencia, de Dempster-Shafer, como se la aplica en Salicone (2007). De hecho, se han realizado transferencias de la misma al problema de la decisión, como por ejemplo los aportes de Beynon M. (2002) y Beynon et al. (2000).

Los métodos SMAA (Stochastic Multicriteria Acceptability Analysis), también consideran la incertidumbre en las diferencias de opiniones. Ello queda reflejado en Lahdelma et al. (1998), Lahdelma y Salminen (2001), Lahdelma et al. (2006) o en Tervonen T. (2007).

En una línea diferente, los aportes de Zanazzi (2001), Zanazzi et al. (2006) “a” y “b” y de Zanazzi et al. (2007), parten de suponer que la variabilidad en los juicios puede ser reducida mediante el proceso de análisis. Más aún, proponen que el ejercicio de reducir la dispersión de las valoraciones contribuye a comprender mejor el problema, reforzar la cultura organizacional y generar compromiso con las decisiones.

En el presente artículo se realiza una discusión de los problemas inherentes a la toma de decisiones en equipo, se expone de modo resumido la metodología planteada en la referencia anterior y se desarrolla un experimento simulado de aplicación.

## II.- PROBLEMÁTICA DEL TRABAJO EN EQUIPO

En las actuales organizaciones es indiscutible la conveniencia del trabajo en equipo. Sin embargo, es importante destacar que un grupo de personas puede o no conformar un equipo de trabajo, porque un equipo se caracteriza por desarrollar un desempeño colectivo en torno a metas, generar una sinergia positiva y potenciar capacidades, características que requieren de aprendizajes específicos para ser adquiridas.

Respecto a los beneficios del trabajo en equipo, Gibson J., Ivancevich J., Donnelly J. (2001), señalan: *“...la razón más importante por la que se forman equipos es para aumentar la productividad organizacional. Las organizaciones alrededor del mundo se han dado cuenta que el rendimiento de los equipos conllevan a mayores niveles de productividad que los que se alcanzarían con muchos individuos trabajando individualmente. Esto se debe fundamentalmente al hecho que los equipos integran habilidades complementarias que pueden corresponder a una de estas tres categorías: especialidad funcional o técnica, habilidades de resolución de problemas y de realización de decisiones; y habilidades de interpretación”*.

Por otro lado los mismos autores establecen ciertos requerimientos para que los equipos sean efectivos: *“...los equipos son incapaces de producir milagros por sí solos. Al igual que los individuos, los equipos necesitan el apoyo de la administración. En realidad, son varios los requerimientos para desarrollar equipos eficaces. Estos requerimientos incluyen compromiso de muy alto nivel y el establecer claras metas; confianza empleador-empleado; voluntad para asumir riesgos y compartir información; y en fin, recursos y compromiso para capacitarse”*.

En efecto, no es tarea fácil lograr que un grupo de personas se conforme en un equipo de trabajo efectivo. Diversos autores reconocen que existen dificultades para concretar un desarrollo eficiente de las actividades grupales.

Comentarios al respecto pueden encontrarse tanto en artículos especializados como en libros a nivel de grado y/o posgrado. Puede recordarse por ejemplo a Robbins y Coulter (2000); o al mismo Gibson (2001).

Dichos autores consideran que no existe un procedimiento adecuado para tomar decisiones grupales. Opinan que las decisiones resultantes se encuentran afectadas por la “presión de grupo”, lo cual empobrece el proceso, inhibe los aportes individuales y debilita la motivación.

Esto es así porque los aspectos personales, radicados en la subjetividad, están siempre presentes e introducen distorsiones, como percepciones enfrentadas y necesidad de diferenciarse.

Por otro lado, según el parecer de Bourdieu P. (1998) el individuo actúa según el ámbito en el cual se desempeña, dice *“...La parte de nuestras acciones que controlamos es muy débil con relación a aquella que incumbe a “mecanismos” que, inscriptos en nuestro cuerpo por el aprendizaje, no son pensados conscientemente o que funcionan fuera de nosotros, según las regularidades de las instituciones.”*

Sin duda existe un gran número de factores internos y externos que interactúan en las personas y trascienden en sus relaciones. La trama de interacciones resultantes, presentes en el accionar de un equipo, puede ser armónica y originar un trabajo en equipo exitoso, o producir múltiples dificultades, como generar incertidumbre sobre aportes individuales y fricciones de distinta índole entre sus integrantes.

Una cuestión importante es tener presente los opuestos en juego que dificultan la sinergia del grupo. La FIGURA 1 permite visualizar que existe un modo de conducir la interacción a una “región positiva”, en la cual las opiniones encuentran un cauce común para manifestarse.

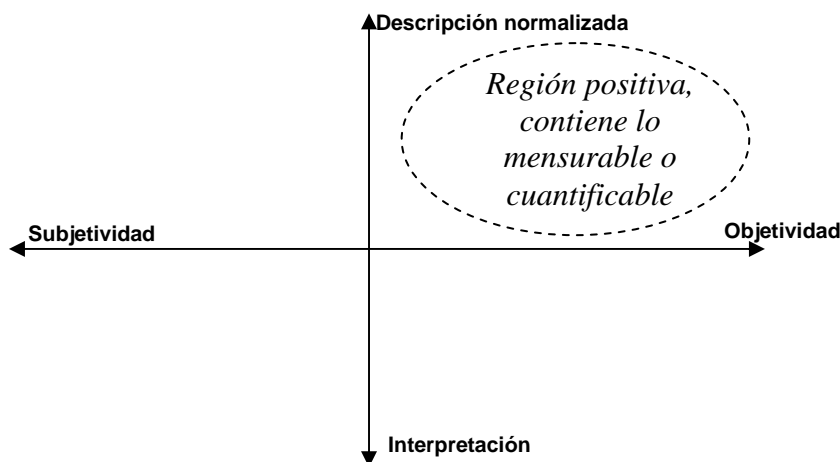


FIGURA 1

Posicionar la interacción en la región positiva es posible con el conocimiento y la aplicación de metodologías de trabajo pertinentes. Estas deben contener una serie de prácticas tendientes a facilitar la comprensión de distintas situaciones problemáticas, discriminar elementos de decisión y fundamentalmente a reconocer la necesidad de introducir pautas o normativas que posibiliten objetivar las cuestiones en discusión mediante la cuantificación de los elementos de decisión identificados.

Entonces, es necesario brindar a los integrantes de un grupo de trabajo, herramientas cuya aplicación les facilite el discernir entre lo personal subjetivo y lo externo objetivado y cuya aplicación incluya una serie de prácticas que les permita la incorporación de mecanismos para aprender y producir en equipo.

Con respecto al aprendizaje en equipo: Senge P (1996), señala que “...hay sorprendentes ejemplos donde la inteligencia del equipo supera la inteligencia de sus integrantes, y donde los equipos desarrollan aptitudes extraordinarias para la acción coordinada. Cuando los equipos aprenden de veras, no sólo generan resultados extraordinarios sino que sus integrantes crecen con mayor rapidez. La disciplina del aprendizaje en equipo comienza con el “diálogo”, la capacidad de los miembros del equipo para “suspender los supuestos” e ingresar en un auténtico “pensamiento conjunto”.”

Para dar respuesta a estas cuestiones se desarrolla el método inserto en el entorno DMD que se presenta posteriormente. Este se orienta a facilitar el proceso de análisis conjunto de problemas de decisión, de modo que el grupo pueda distinguir en qué difieren sus opiniones y acercar posiciones. Estimula la realización de aportes independientes de los miembros del grupo con la preocupación de que los integrantes se identifiquen con la decisión adoptada.

En definitiva, plantea abrir un espacio regulado en el proceso de análisis donde los integrantes intercambien conocimientos y experiencias situados en la “región positiva” de la interacción, para hacer posible el crecimiento del conocimiento global y consecuentemente la conformación de un equipo de trabajo eficiente.

### III.- METODOLOGÍA PARA EL PROCESO DE ANÁLISIS CONJUNTO

El método utiliza los conceptos propios del apoyo multicriterio a la decisión, especialmente en la dos primeras actividades. Concretamente, plantea las siguientes etapas:

Primero: Definición de alternativas. El grupo de trabajo en reunión plenaria identifica las alternativas. Es importante que se elaboren definiciones claras de cada una de ellas. Se acuerdan impresiones sobre los atributos de estas alternativas y sobre la información disponible al respecto.

Segundo: Adopción de criterios. Se proponen criterios que permiten distinguir las alternativas. Estos criterios pueden entenderse como objetivos a cumplir y deben valorar aspectos diferentes. Es preciso que sean independientes entre sí, es decir que las valoraciones emergentes no pueden estar correlacionadas. Además es conveniente representar los resultados de las dos etapas iniciales con un árbol de decisión, al estilo de lo planteado en Saaty (1996).

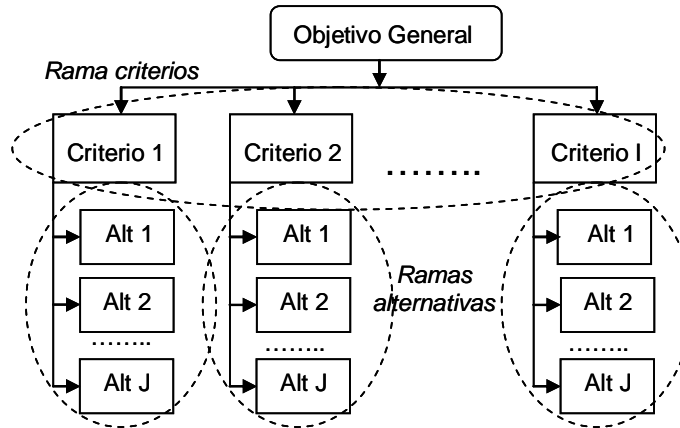


FIGURA 2

Tercero: Asignación de utilidades. Se recorren una por una las ramas del problema de decisión. En la FIGURA 2 se representan las ramas. Es preciso que el grupo analice cada rama con diversos ejercicios hasta que el trabajo de análisis se considere suficiente.

La tarea de análisis conjunto genera una reducción marcada en la variabilidad inherente de los juicios. En efecto, al iniciar el estudio de opiniones las posturas pueden ser completamente dispersas, sin embargo, al progresar en la tarea, esa dispersión debe tender a reducirse de manera sostenida hasta arribar a una condición de estabilidad. Se entiende por *condición de estabilidad* al estado en el cual las opiniones individuales no presentan variabilidad significativa, aunque se continúe con el estudio del problema.

Cuando se considera apropiado, las opiniones o preferencias se expresan de manera independiente con el auxilio de una función de utilidad cardinal, conforme a las especificaciones de Keeney y Raiffa (1993). Estas utilidades se normalizan a la escala (0,1) mediante la aplicación de la regla de la suma.

Ahora bien, la asignación de utilidades debe ser una tarea individual. Es importante que cada uno de los miembros la realice por separado, con independencia de los juicios emitidos por sus compañeros.

Si se consideran, un equipo de trabajo con N individuos, donde  $n = 1, 2, \dots, N$  y un número K de elementos de decisión a mensurar, donde  $k = 1, 2, \dots, K$ , y se denomina  $u_{kn}$  al valor de la función de utilidad  $U(b_k)$  asignada por el integrante n al elemento k, las utilidades estandarizadas se expresan como:

$$w_{kn} = u_{kn} / \sum_{k=1}^K u_{kn} \quad (1)$$

Cuarto: Análisis estadístico de los resultados. Se realiza un estudio de la variabilidad de las utilidades asignadas, mediante diversas herramientas estadísticas. Esto conduce a decidir si es posible suponer que las opiniones alcanzaron un punto de equilibrio.

Los resultados de cada rama pueden representarse en términos de la suma de cuadrados de los  $w_{kn}$ , del modo siguiente:

$$SC_{total} = \sum_{k=1}^K (\bar{w}_k - \bar{w})^2 + \sum_{k=1}^K \sum_{n=1}^N (w_{kn} - \bar{w}_k)^2 \quad (2)$$

Donde  $\bar{w}$  es la media general y  $\bar{w}_k$  es el promedio para cada una de las ramas. En el segundo miembro de (2), el primer término puede denominarse: suma de cuadrados entre elementos (SCE) y el segundo: suma de cuadrados dentro de los elementos (SCD).

La sumatoria SCD es la que representa las diferencias entre las opiniones y la que debe disminuir a medida que avanza el análisis. Así entonces, al progresar en el estudio de la rama, la discusión genera distintas asignaciones de utilidad, es esperable que la suma de cuadrados SCD de las mismas descienda hasta un mínimo propio de la estabilidad, como lo muestra la FIGURA 3:

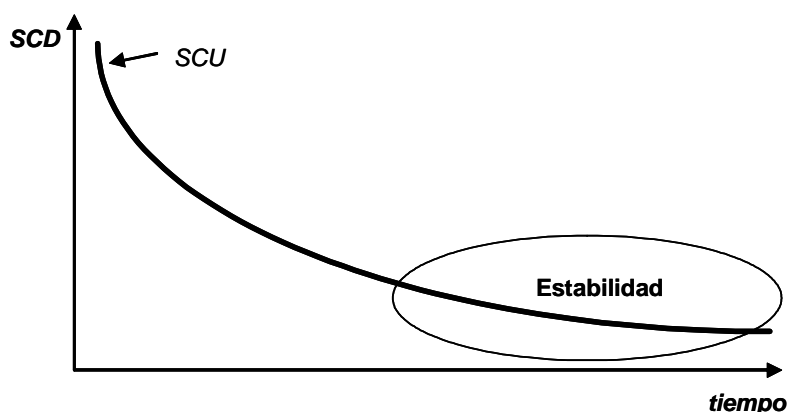


FIGURA 3

Donde SCU es una sumatoria de cuadrados que representa una condición general de falta de acuerdo:

$$SCU = K(N-1) \frac{\left(\frac{2}{K}\right)^2}{12} = \frac{N-1}{3K} \quad (3)$$

Para facilitar el seguimiento del proceso es posible definir un indicador adecuado. En efecto, sea el Índice de Variabilidad Remanente, que se obtiene como sigue:

$$IVR = (SCD / SCU) * 100\% \quad (4)$$

En la práctica, puede suponerse que valores de IVR por debajo de veinticinco por ciento, son propios de la estabilidad. Por otra parte, conforme a Zanazzi (2001), cuando se alcanza la condición estable, las distribuciones de probabilidad de los elementos comparados pueden suponerse como normales.

*Quinto: Decisión.* Es preciso decidir si se profundiza el estudio de la rama o se pasa a otra. Para ello, se observa el indicador IVR y se compara el comportamiento de los datos con el esperable para observaciones realizadas en poblaciones normales.

Si el IVR es elevado o se verifica falta de normalidad, debe retomarse el análisis de la rama en el paso tercero. Caso contrario, se continúa con el paso siguiente.

*Sexto: Agregación.* Cuando se alcanza la estabilidad en todas las ramas, de acuerdo a lo planteado en Zanazzi J et al. (2006) b, las utilidades son representadas con variables aleatorias

multidimensionales. Es posible entonces agregar los juicios individuales mediante una ponderación lineal.

Cada miembro del grupo asignó un peso  $\mathbf{w}_{jn}$  al criterio  $j$  y una ponderación  $\mathbf{u}_{ijn}$ , a la alternativa  $i$  cuando es medida según el criterio  $j$ . Por otra parte, la utilidad que cada individuo asigna a cada alternativa, con cada criterio, puede obtenerse como el producto de las dos cantidades anteriores. Entonces la utilidad global asignada por el individuo  $n$  a la alternativa  $i$ , se determina del siguiente modo:

$$\mathbf{v}_{in} = \sum_{j=1}^J \mathbf{w}_{jn} * \mathbf{u}_{ijn} \quad (5)$$

Séptimo: Ordenamiento. Sea  $A^{(i)}$  una alternativa de decisión cualquiera, el promedio de las valoraciones asignadas a cada  $A^{(i)}$  puede considerarse como medida de la utilidad que el grupo reconoce a la misma en su conjunto. Esto es, puede suponerse que cuando el promedio de las utilidades globales de  $A^{(1)}$  es mayor que el de  $A^{(2)}$ , entonces  $A^{(1)}$  es preferible a  $A^{(2)}$ . Con esta lógica, el ordenamiento de los resultados muestrales, de los mayores a los menores promedios, permite proponer el siguiente ordenamiento para las alternativas:

$$A^{(1)} \phi A^{(2)} \phi \dots \phi A^{(l)} \quad (6)$$

Donde  $A^{(1)}$  es la más preferible y  $A^{(l)}$  es la de menor preferencia. Ahora bien, estos promedios son sólo resultados muestrales, entendidos como aproximaciones de las verdaderas preferencias. Cabe entonces investigar si las diferencias encontradas son estadísticamente significativas. Para ello conviene aplicar en forma repetida la prueba estadística de comparación de medias para variables dependientes.

En efecto, sea  $D_{sr}$  una variable aleatoria que representa la diferencia entre las valoraciones globales asignadas por cada individuo a las alternativas  $s$  y  $r$  respectivamente, donde el promedio de  $A^{(s)}$  es mayor al de  $A^{(r)}$ . Entonces los elementos de la muestra de  $D_{sr}$  están dados por:

$$\mathbf{d}_{srn} = \mathbf{v}_{sn} - \mathbf{v}_{rn} \quad \text{con } 1 \leq n \leq N \quad (7)$$

Luego, la hipótesis nula  $H_0: E(D_{sr}) = 0$  — no hay diferencia significativa entre los verdaderos pesos globales promedio de las alternativas  $s$  y  $r$  respectivamente — contra la alternativa  $H_1: E(D_{sr}) > 0$  — hay una diferencia significativa — puede analizarse mediante la aplicación del siguiente estadístico:

$$\mathbf{T} = \frac{\overline{\mathbf{d}_{sr}}}{\mathbf{s}_{sr} / \sqrt{N}} \quad (8)$$

Para cuyo cálculo deben obtenerse previamente:

$$\overline{\mathbf{d}_{sr}} = \frac{\sum_{n=1}^N \mathbf{d}_{srn}}{N} \quad \text{y} \quad \mathbf{s}_{sr} = \sqrt{\frac{\sum_{n=1}^N (\mathbf{d}_{srn} - \overline{\mathbf{d}_{sr}})^2}{N-1}} \quad (9)$$

Cuando  $H_0$  es cierta, la cantidad  $T$  tiene distribución  $t$  de Student con  $(N-1)$  grados de libertad. Ahora bien, para facilitar la decisión sobre la hipótesis, puede calcularse la probabilidad

$$P[T \geq t_0 / E(D_{sr}) = 0] = p \quad (10)$$

En general, si  $p$  es muy pequeño, se rechaza  $H_0$ , pues es poco probable conseguir un valor mayor o igual que el obtenido suponiendo que la hipótesis nula es verdadera. El valor de  $p$  puede ser hallado mediante la aplicación de diversos algoritmos.

En esta aplicación de pruebas repetidas, es conveniente reducir la probabilidad de cometer errores de tipo I. Con esa finalidad se aplica la tasa de falso descubrimiento (FDR), propuesta por Benjamini y Hochberg (1995), con la modalidad sugerida en Benjamini y Yekutieli (2001). De este modo, el valor límite de  $p$  puede encontrarse haciendo:

$$p_{(l)} \leq \frac{\alpha}{L \sum_{m=1}^L \frac{1}{m}} \quad (11)$$

Donde  $\alpha$  representa el nivel de significación elegido por el investigador para las pruebas individuales,  $L$  es la cantidad de hipótesis puestas a prueba y  $p_{(l)}$  es el valor  $p$  obtenido en la prueba de  $H_l$ . El procedimiento consiste en ordenar los valores  $p$  en orden ascendente, compararlos con el segundo miembro de la desigualdad (11) y encontrar el máximo número  $M$  de prueba para el cual se verifica la desigualdad. De este modo se rechazan  $H_1, H_2, \dots, H_M$  con una considerable ganancia en la potencia de las pruebas y la consiguiente disminución de probabilidad de cometer ETI.

#### IV.- EXPERIMENTO SIMULADO PARA ILUSTRAR LAS PRÁCTICAS OPERATIVAS

Sea un problema de decisión donde es necesario ordenar de la mayor a la menor las preferencias en un conjunto de cuatro alternativas, que se identifican  $a_1, a_2, a_3, a_4$ . El problema debe ser analizado por un grupo de doce decisores. Se desea que las opiniones de todos queden reflejadas en el ordenamiento que finalmente se adopte y se espera que la decisión sea compartida por el conjunto y respaldada en sus consecuencias prácticas posteriores.

La primera actividad del grupo de trabajo es elaborar especificaciones que definan de manera rigurosa las alternativas, esto es, en qué consiste cada una. La segunda, es adoptar un conjunto de criterios que permitan elaborar juicios sobre las mismas. Con esa finalidad, se adoptan los cuatro siguientes:  $c_1, c_2, c_3, c_4$ . Además se acuerda que todas las funciones de utilidad tienen como objetivo la maximización.

A continuación, el grupo analiza en conjunto las alternativas en cuanto al criterio  $c_1$ . Intercambian opiniones y conocimientos, a fin de facilitar la generación de una perspectiva compartida. En un momento adecuado del análisis y para verificar si se ha logrado compatibilizar las opiniones, cada uno de los miembros expresa sus preferencias de manera individual e independiente, mediante la asignación de utilidades. Estas utilidades se estandarizan en la escala (0,1), mediante la división por la suma.

Dichas opiniones se procesan con herramientas estadísticas. Entre los resultados se encuentra la siguiente distribución de las sumas de cuadrados de las utilidades normalizadas de la TABLA 1:

*Resumen de las sumas de cuadrados (S de C)*

S de C entre elementos	0,7391
S de C dentro de los elementos	0,2056
S de C total	0,9447
Índice de Variabilidad Remanente	22,42%

TABLA 1

La suma de cuadrados total es 0,9447. Esto incluye las variaciones en las preferencias individuales respecto a cada elemento y las variaciones entre los promedios de los distintos elementos.

En cuanto al cálculo del indicador *Índice de Variabilidad Remanente (IVR)*, se tiene:



$$SCU = \frac{N-1}{3K} = 0,9167 \quad \text{con } N=12 \text{ y } K=4$$

$$IVR = S \text{ de } C \text{ dentro} / SCU = 0,20556 / 0,9167 = 0,2242$$

Pero el análisis de las utilidades asignadas debe reforzarse con la aplicación de herramientas estadísticas que ayuden a verificar si se cumple la condición de normalidad.

Por último, si se aplica la prueba de Shapiro - Wilks para verificar normalidad a las cuatro muestras, se obtiene:

Variable	n	Media	D.E.	W*	p (una cola)
Altern 1	12	0,09	0,04	0,94	0,6201
Altern 2	12	0,34	0,09	0,97	0,9353
Altern 3	12	0,40	0,07	0,94	0,5988
Altern 4	12	0,18	0,07	0,94	0,6770

TABLA 2

Puede apreciarse que las probabilidades p son elevadas, por lo que se confirma que todas las muestras pueden haberse extraído de poblaciones normales. Con estos resultados, parece que el grupo ha logrado una posición de acuerdo y no resulta necesario continuar el análisis de preferencias respecto al criterio uno.

Se comienza entonces el estudio con referencia en el criterio 2. Luego de una primera ronda de análisis se obtienen los siguientes resultados descriptivos:

*Resumen de las sumas de cuadrados (S de C)*

S de C entre elementos	0,2706
S de C dentro de los elementos	0,3723
S de C total	0,6429
Indice de Variabilidad Remanente	40,62%

TABLA 3

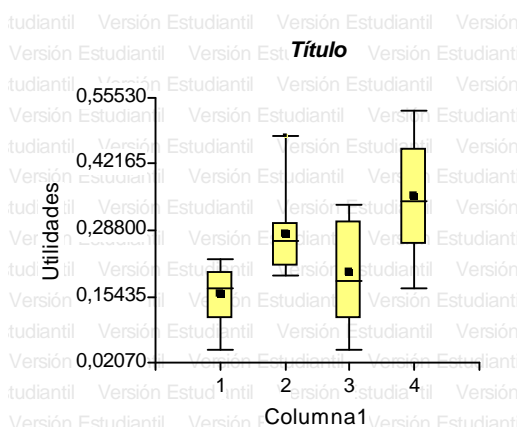


FIGURA 4

En tanto que para la prueba de normalidad se tiene:

Variable	n	Media	D.E.	W*	p (una cola)
Altern 1	12	0,16	0,06	0,86	0,0738
Altern 2	12	0,28	0,08	0,88	0,1761
Altern 3	12	0,20	0,10	0,88	0,1457
Altern 4	12	0,36	0,11	0,95	0,7367

TABLA 4

Estos resultados son completamente diferentes a los anteriores. En primer lugar el IVR toma un valor elevado. Además, los diagramas de caja no parecen compatibles con el supuesto de distribución normal, dado que el elemento dos tiene una fuerte asimetría y los correspondientes a los elementos tres y cuatro son propios de distribuciones uniformes. Por último, la prueba de Shapiro - Wilks muestra probabilidades p menores a las obtenidas anteriormente y en el caso de la primera alternativa el valor es muy bajo ( $p = 0,0738$ ).

Ante la evidencia, los integrantes retoman el estudio de esta segunda rama. En el intercambio de opiniones, se presta especial atención a las diferencias detectadas en el segundo elemento. Cuando las divergencias han sido aclaradas, los miembros del grupo efectúan una nueva valoración de manera independiente, que conduce a lo siguiente:

*Resumen de las sumas de cuadrados (S de C)*

S de C entre elementos	0,4046
S de C dentro de los elementos	0,1761
S de C total	0,5807
Indice de Variabilidad Remanente	19,21%

TABLA 5

Con lo que se manifiesta una reducción adecuada de la variabilidad remanente. Además, los diagramas de caja ya no evidencian comportamientos extraños y la prueba de Shapiro – Wilks permite detectar una buena concordancia con el supuesto de normalidad.

En la continuidad del estudio, se analizan las alternativas tres y cuatro. Además se comparan los criterios entre si, con una mecánica idéntica a la presentada. Luego se agregan las preferencias para cada uno de los doce individuos de modo que se obtienen los siguientes resultados:

i	a1	a2	a3	a4
1	0,138	0,318	0,180	0,364
2	0,120	0,227	0,352	0,302
3	0,155	0,262	0,264	0,319
4	0,186	0,301	0,212	0,300
5	0,171	0,230	0,250	0,348
6	0,208	0,194	0,195	0,403
7	0,109	0,349	0,243	0,299
8	0,151	0,300	0,205	0,344
9	0,122	0,186	0,271	0,421
10	0,153	0,303	0,283	0,261
11	0,162	0,189	0,231	0,417
12	0,150	0,261	0,277	0,312
<b>Promedios</b>	<b>0,1522</b>	<b>0,2601</b>	<b>0,2470</b>	<b>0,3408</b>

TABLA 6

Según la tabla, por ejemplo, la persona uno asigna utilidad global 0,138 a la primera alternativa y utilidad 0,18 a la tercera. Por su parte, la tercera persona asigna 0,155 a la alternativa uno y 0,264 a la tercera.

Ahora bien, los promedios parecen sugerir que la preferida es **a<sub>4</sub>**, seguida por **a<sub>2</sub>**, luego **a<sub>3</sub>**, y finalmente **a<sub>1</sub>**, como la menos preferible. Pero estas diferencias pueden ser sólo aparentes, dado que subsiste alguna variabilidad en las opiniones y que la información disponible debe ser considerada como una muestra. Para lograr una mejor precisión se realizan las pruebas de comparaciones pareadas, cuyos resultados se resumen en la siguiente tabla:

<i>Relación</i>	<i>Diferencia Promedio</i>	<i>Desvío de la diferencia promedio</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad p</i>
<b>a<sub>4</sub> con a<sub>2</sub></b>	0,081	0,028	2,844	0,008
<b>a<sub>4</sub> con a<sub>3</sub></b>	0,094	0,024	3,919	0,001
<b>a<sub>4</sub> con a<sub>1</sub></b>	0,189	0,016	12,100	5,340E-08
<b>a<sub>2</sub> con a<sub>3</sub></b>	0,013	0,023	0,56	0,291
<b>a<sub>2</sub> con a<sub>1</sub></b>	0,108	0,020	5,436	1,000E-04
<b>a<sub>3</sub> con a<sub>1</sub></b>	0,095	0,019	4,998	2,000E-04

TABLA 7

Las probabilidades p se ordenan de manera creciente a fin de facilitar su comparación con las de contraste. Para un nivel de significancia general de 0,05, los resultados se resumen a continuación:

	<b>a<sub>4</sub> con a<sub>1</sub></b>	<b>a<sub>2</sub> con a<sub>1</sub></b>	<b>a<sub>3</sub> con a<sub>1</sub></b>	<b>a<sub>4</sub> con a<sub>3</sub></b>	<b>a<sub>4</sub> con a<sub>2</sub></b>	<b>a<sub>2</sub> con a<sub>3</sub></b>
Valor p obtenido	5,340E-08	1,000E-04	2,000E-04	0,001	0,008	0,291
Probabilidad contraste	0,0034	0,0068	0,0102	0,0136	0,0170	0,0204

TABLA 8

En las cinco primeras comparaciones el valor p es inferior a la probabilidad de contraste, con lo que deben rechazarse esas hipótesis. La relación se invierte al comparar los elementos dos y tres, donde no se encuentran diferencias significativas entre los elementos.

Con estos resultados, puede deducirse que la alternativa 4 es preferible a las restantes. Las alternativas dos y tres son equivalentes. A su vez, estas son preferibles a la uno.

## V. - CONCLUSIONES

El artículo propone una metodología que facilita el desarrollo de procesos de toma de decisiones en equipo. Para ello, utiliza conceptos de métodos DMD, herramientas de Estadística y el sostén de una computadora personal.

La aplicación de esta metodología tiene las siguientes ventajas: organiza la tarea del equipo dado que provee una modalidad estructurada de trabajo; estimula el proceso de análisis del problema, las funciones de utilidad contribuyen a expresar de modo objetivo las preferencias; favorece la realización de aportes individuales de todo el grupo; permite establecer cuándo se ha obtenido un adecuado nivel de profundización en dicho análisis.

Además, proporciona una forma sencilla y evidente de valorar las opiniones de manera global y agrega transparencia en el estudio de las opiniones mediante el empleo de herramientas estadísticas.

Cabe destacar que el método no tiene grandes requerimientos informáticos. Muy por el contrario, una computadora personal y una planilla de cálculo estándar pueden ser suficientes para su implementación.

También es importante enfatizar que permite al equipo construir la decisión, lográndose de este modo que sea compartida y ofrezca por tanto mayores posibilidades de concreción.

## VI.- BIBLIOGRAFÍA

- BARBA-ROMERO, S.; POMEROL, J. C. (1997): “DECISIONES MULTICRITERIO. FUNDAMENTOS TEÓRICOS Y UTILIZACIÓN PRÁCTICA”. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Alcalá. España.
- BEYNON M. (2002): “DS/AHP METHOD: A MATHEMATICAL ANALYSIS, INCLUDING NA UNDERSTANDING OF UNCERTAINTY”. European Journal of Operational Research 140, 148-164.
- BEYNON M., CURRY B., MORGAN P. (2000): “THE DEMPSTER-SHAFER THEORY OF EVIDENCE: AN ALTERNATIVE APPROACH TO MULTICRITERIA DECISION MODELLING”. Omega 28, 37-50.
- BOURDIEU P. (1998): “CAPITAL CULTURAL, ESCUELA Y ESPACIO SOCIAL”. Siglo XXI editores. México.
- GIBSON, J, IVANCEVICH J, DONNELLY J. (2001): “LAS ORGANIZACIONES”. Mc Graw Hill Interamericana. Chile.
- KEENEY R, Y RAIFFA H. (1993): “DECISIONS WITH MULTIPLE OBJECTIVES: PREFERENCES AND VALUE TRADEOFFS” J. Wiley.
- LAHDELMA R, HOKKANEN J, SALMINEN P (1998): “STOCHASTIC MULTIOBJECTIVE ACCEPTABILITY ANÁLISIS”. European Journal of Operational Research, 106.
- LAHDELMA R, SALMINEN P (2001): “SMAA-2:STOCHASTIC MULTICRITERIA ACCEPTABILITY ANÁLISIS FOR GROUP DECISIÓN MAKING”. Operations Research 49 (3).
- LAHDELMA R, HOKKANEN J, SALMINEN P (2006): “MULTIVARIATE GAUSSIAN CRITERIA IN SMAA”. European Journal of Operational Research, 170 (3).
- MUNDA G. (2003) “a”: “NAIADE METHOD: A SHORT DESCRIPTION” [www.start.org, www.aiaccproject.org/meetings/Trieste\\_02/trieste\\_cd/Adaptation/Munda\\_short.PDF](http://www.start.org/www.aiaccproject.org/meetings/Trieste_02/trieste_cd/Adaptation/Munda_short.PDF) extraído el día 06/06/03.
- MUNDA G. (2003) “b”: ”NAIADE MANUAL & TUTORIAL” Versión 1.0 ENG. [www.aiaccproject.org](http://www.aiaccproject.org/meetings/Trieste_02/trieste_cd/Software/NAIADE/naiade.PDF), extraído el día 06/06/03 [http://www.aiaccproject.org/meetings/Trieste\\_02/trieste\\_cd/Software/NAIADE/naiade.PDF](http://www.aiaccproject.org/meetings/Trieste_02/trieste_cd/Software/NAIADE/naiade.PDF)
- RENCHER, A. (2002): “METHODS OF MULTIVARIATE ANALYSIS”. Wiley-Interscience. New York.
- ROBBINS, S. Y COULTER, M. (2000): “ ADMINISTRACIÓN “. Sexta edición. Pearson. México.
- SALICONE S. (2007): “MEASUREMENT UNCERTAINT. AN APPROACH VIA THE MATHEMATICAL THEORY OF EVIDENCE”. Springer Science, NY.
- SAATY T. (1978): “EXPLORING THE INTERFACE BETWEEN HIERARCHIES MULTIPLE OBJECTIVES AND FUZZY SETS”. Fuzzy sets and Systems. Vol 1,1.
- SAATY T. (1996): “DECISION MAKING FOR LEADERS: THE ANALYTIC HIERARCHY PROCESS IN A COMPLEX WORLD”. RWS Publications, Pittsburg, USA.
- SENGE P (1996): “LA QUINTA DISCIPLINA”. Ediciones Juan Granica. Barcelona, España.

SIMOES C (2007): “EL MÉTODO THOR”. Disertación en ENDIO 2007. Mar del Plata, Argentina.

TERVONEN T. (2007) “NEW DIRECTIONS IN STOCHASTIC MULTICRITERIA ACCEPTABILITY ANÁLISIS”. Tesis doctoral. Universidad de Turku. Finlandia

ZANAZZI, J. L. (2001): “SOBRE LA VARIABILIDAD DE LOS JUICIOS CUANDO LA DECISIÓN MULTICRITERIO DISCRETA SE APLICA CON MÚLTIPLES DECISORES”.. XXXIII SOBRAPO – A pesquisa operacional e o meio ambiente. Campos do Jordao, Brasil.

ZANAZZI J.; CARIGNANO C.; BOAGLIO L.; DIMITROFF M.; CONFORTE J. (2006) “a”: “PROCESOS DE DECISIÓN MULTICRITERIO CON GRUPOS DE TRABAJO” XIX ENDIO (Encuentro Nacional de Docentes en Investigación Operativa) - XVII EPIO (Escuela de Perfeccionamiento en Investigación Operativa). Rosario (Argentina).

ZANAZZI J.; CARIGNANO C.; BOAGLIO L.; DIMITROFF M.; CONFORTE J. (2006) “b”: “METODOLOGÍA PARA APOYAR LA TOMA DE DECISIONES EN EQUIPO” Revista N° 27 de la Escuela de Perfeccionamiento en Investigación Operativa, pp 61-74. ISSN: 0329-7322 (con referato).

ZANAZZI J.; CARIGNANO C.; BOAGLIO L.; DIMITROFF M.; CONFORTE J. (2007): “ORDENAMIENTO DE ALTERNATIVAS SEGÚN PREFERENCIAS, EN UN PROCESO DE DECISIÓN GRUPAL” XX ENDIO (Encuentro Nacional de Docentes en Investigación Operativa) - XVIII EPIO (Escuela de Perfeccionamiento en Investigación Operativa). Mar del Plata (Argentina).