

PROCESOS DRV: LA TOMA DE DECISIONES COMO ENTRENAMIENTO PARA EQUIPOS DE TRABAJO

(DRV PROCESSES: DECISION-MAKING AS TRAINING FOR WORK TEAMS)

José Luis Zanazzi¹ , José María Conforte¹, Magdalena Dimitroff¹, Laura Leonor Boaglio¹, Alicia Salamon¹

Laboratorio de Ingeniería y Mantenimiento Industrial. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Universidad Nacional de Córdoba - Córdoba, Argentina

RESUMEN

Este artículo presenta un método orientado a facilitar la toma de decisiones en equipos de trabajo. La propuesta utiliza herramientas de la Teoría de Utilidad Multiatributo, combinadas con Estadística. El artículo contiene una revisión de contribuciones al problema de la decisión con múltiples decisores, y una reflexión sobre características y requerimientos de las prácticas grupales. Además, se describen los fundamentos conceptuales del método. Se enumeran y explican los pasos necesarios para su aplicación. El método se ejemplifica con la capacitación de un equipo responsable por el desarrollo de un sistema de mantenimiento preventivo. En ésta y otras experiencias, la propuesta resultó motivadora, con buen nivel de logros y amplia colaboración de los participantes. Esta contribución se diferencia de otros aportes, porque visualiza el proceso de toma de decisiones como una interesante posibilidad de capacitación grupal y, por ello, orienta su estrategia a posibilitar el intercambio de conocimientos, afianzar liderazgos, aumentar la cohesión interna y favorecer el compromiso con la decisión adoptada.

Palabras clave: Proceso de decisión grupal, Teoría de Utilidades Multiatributo; Estadística, Capacitación.

ABSTRACT

This paper presents a method designed to facilitate group decision making. The proposal relies on tools of the Multiattribute Utility Theory combined with Statistics. The article contains a review of contributions to the problem of multiple decision makers and a reflection on the characteristics and requirements of group practices. It describes the conceptual foundations of the method and it also identifies and explains the steps needed for implementation. The method is exemplified with the training of a team responsible for the development of a preventive maintenance system. In this and other experiences, the proposal was motivating, with good level of achievements and extensive collaboration of the participants. This contribution differs from others because it considers the decision making process as an interesting possibility for group training and therefore gears its strategy to enable knowledge exchange, strengthen leadership, improve internal cohesion and foster commitment to the adopted decision.

Keywords: Decision Making; Multiattribute Utility Theory; Statistics: Training.

INTRODUCCIÓN

El presente artículo analiza un método orientado a facilitar la toma de decisiones en equipos de trabajo, cuando se debe escoger entre un conjunto finito de alternativas y es preciso considerar múltiples criterios de decisión. El nombre del método en cuestión es Procesos DRV: Decisión con Reducción de Variabilidad.

En el contexto del artículo, el término equipo implica la existencia de un grupo de personas que tienen un objetivo común, con una cierta jerarquía y roles, con liderazgos definidos y la aceptación de reglas básicas. En ese sentido se adopta la definición de Kersten (1997), que utiliza el término team para referenciar las situaciones donde la responsabilidad final por la decisión recae sobre una persona, pero es deseable el aporte y compromiso de todos.

En general las contribuciones para problemas de este tipo se orientan a lograr una decisión u ordenamiento de las alternativas, pese a la existencia de incertidumbre en la información. En cambio, los DRV consideran que la diferencia en las valoraciones aportadas por los integrantes se genera debido a una variabilidad inevitable, que debe ser reducida para mejorar el funcionamiento grupal. Con este enfoque, además de la decisión en si, es importante que el análisis se convierta en una instancia de capacitación.

En lo metodológico, los Procesos DRV se apoyan en la denominada Decisión Multicriterio Discreta (DMD). En ese marco combina elementos de la Teoría de Utilidades Multiatributo (TUM), con herramientas de Probabilidad y Estadística.

Los fundamentos conceptuales del método han sido presentados en Zanazzi, *et al.* 2006. La propuesta completa, ejemplos y comparaciones con otros métodos, puede revisarse en Zanazzi & Gomes (2009).

Respecto a la organización del artículo, la introducción enumera distintos aportes que la literatura especializada ha realizado sobre problemas similares y efectúa reflexiones sobre el trabajo en equipo, la sección de Materiales y Métodos resume los fundamentos del método y enumera los pasos requeridos. La sección Aplicaciones describe una experiencia destinada a facilitar la capacitación de un grupo de mantenimiento preventivo. En la sección Discusión concluye el artículo.

Aportes DMD al problema de la decisión en grupo

Son muchas las aproximaciones realizadas desde la DMD a problemas con múltiples decisores. En general, las contribuciones aceptan, que, al solicitar valoraciones individuales a los integrantes del grupo de decisores, las mismas son naturalmente diferentes y evidencian una cierta dispersión. Por otra parte, reconocen que en los problemas reales la etapa de evaluación puede requerir una valoración subjetiva de los elementos del problema. Estas características del problema se visualizan generalmente como “incertidumbre” del proceso, lo cual conduce a la necesidad de encontrar un modo adecuado para representar dicha incertidumbre.

Uno de los caminos más utilizados es la aplicación de conjuntos borrosos. Si bien se ha propuesto una gran variedad de funciones de verdad para modelar la dispersión, en general se utilizan números borrosos triangulares. Además, cuando se requiere un valor de preferencia cardinal para cada alternativa, se hace necesario adoptar un modo conveniente para efectuar la agregación. Ejemplos de contribuciones que utilizan conjuntos borrosos pueden encontrarse en Yeh & Chang (2009), Chou, *et al.*(2008), Dong *et al.* 2008, Wang & Parkan (2008); Yu *et al.* (2009), Herrera *et al.* (2001).

También la Teoría Matemática de la Evidencia, de Dempster-Shafer, ha sido utilizada para representar la incertidumbre en la expresión de las preferencias. En este enfoque se destacan los aportes de Beynon *et al.* (2000) y Beynon (2002).

La literatura especializada ofrece múltiples aportes que se apoyan en la TUM. Por ejemplo, el método VIP (*Variable Interdependent Parameters*) propone un soporte a la toma de decisiones con equipos de trabajo, cuando se dispone de una base informática. La propuesta se adapta especialmente para situaciones con información incierta sobre los criterios de decisión; de hecho, los integrantes no proponen valores precisos, sino relaciones que el método transforma en restricciones para una posterior resolución con Programación Lineal. El método puede revisarse en Dias & Climaco (2000a, 2000b) y Dias & Climaco (2005).

Asimismo, el Analytic Hierarchy Process (AHP) de Saaty es utilizado con adaptaciones para permitir la práctica en equipos. En los textos de Saaty (1978, 1996) pueden encontrarse algunos aportes en este sentido. En tanto, Forman & Peniwati (1998) analiza la conveniencia de aplicar diversas modalidades de agregación según el nivel de cohesión del grupo de trabajo. Así, por ejemplo, el artículo sugiere que cuando las personas funcionan como equipo, es conveniente hacer agregación de los juicios individuales.

En Altuzarra *et al.* (2007) se distinguen tres clases de situaciones cuando el problema de decisión tiene múltiples actores: Group Decision Making (GDM), cuando las personas actúan como equipo; Negotiated Decision Making (NDM), cuando los actores buscan resolver una situación de conflicto, y Systemic Decision Making (SDM), cuando se actúa de manera individual pero se busca una solución de equilibrio. Para el primer caso, Escobar & Moreno-Jimenez (2007) y Moreno-Jimenez *et al.* (2007), se preocupan por obtener una posición de estabilidad y de consenso cuando se opera con el AHP. Con esa finalidad desarrollan nuevas herramientas como Intervalos de Estabilidad y una Matriz de Consenso.

Otro enfoque destacable es el adoptado en los métodos SMAA (*Stochastic Multicriteria Acceptability Analysis*). Esta propuesta, al igual que la de Escobar & Moreno-Jimenez (2007), utiliza distribuciones de probabilidad multivariadas para representar la variabilidad en las preferencias. A partir de un ordenamiento global de las alternativas y mediante experimentos de simulación, los SMAA informan a los decisores sobre el espacio de valoraciones de los criterios que hacen factible la obtención de tal ordenamiento. *La estrategia queda reflejada en Lahdelma et al.* (1998), Lahdelma & Salminen (2001), Tervonen (2007), Lahdelma & Salminen (2009).

Problemática del trabajo en equipo

En las actuales organizaciones es indiscutible la conveniencia del trabajo integrado. Sin embargo, un grupo de personas no necesariamente conforma un equipo de trabajo, puesto que este último se caracteriza por lograr un desempeño colectivo en torno a metas, generar una sinergia positiva y potenciar capacidades. Estas características requieren de aprendizajes específicos para ser adquiridas.

Respecto a los beneficios del trabajo en equipo, Gibson *et al.* (2001) señalan: “...la razón más importante por la que se forman equipos es para aumentar la productividad organizacional”. Pero los mismos autores establecen ciertos requerimientos para que los equipos sean efectivos: “...los equipos son incapaces de producir milagros por sí solos... los equipos necesitan ... voluntad para asumir riesgos y compartir información; y, en fin, recursos y compromiso para capacitarse”.

En cuanto a la problemática de la toma de decisiones, Robbins & Coulter (2000) 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.

Por otra parte, los aspectos personales, radicados en la subjetividad, están siempre presentes e introducen distorsiones, como percepciones enfrentadas y necesidad de diferenciarse. No obstante, Bourdieu (1998) plantea que el individuo actúa según el ámbito en el cual se desempeña, y especifica: “...La parte de nuestras acciones que controlamos es muy débil con relación a aquella que incumbe a “mecanismos” 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 se manifiestan en sus relaciones. La trama de interacciones presentes en el accionar de un equipo puede ser armónica y originar un trabajo exitoso, o producir múltiples dificultades, generando incertidumbre 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 una “región positiva”, en la cual las opiniones encuentran un cauce común para manifestarse. En efecto, si las personas utilizan elementos objetivos para comunicarse e interactuar, pueden adoptar criterios comunes y una regla general de análisis comprensible para todos. Por el contrario, adoptar elementos subjetivos conduce a la carencia de una convención común e impide la uniformidad del análisis.

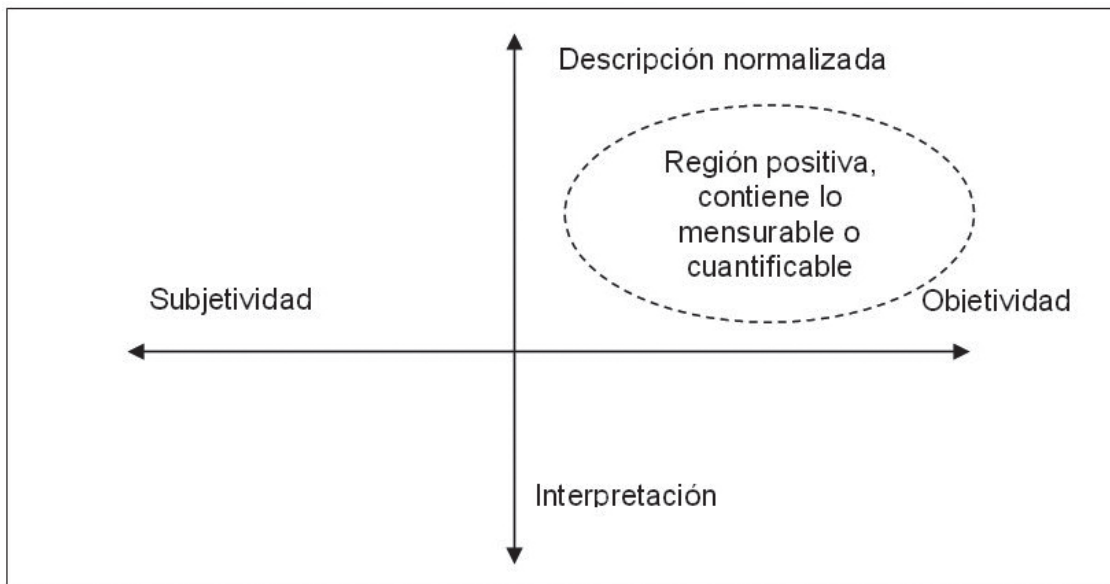


Figura 1. Regiones posibles de interacción

La otra disyuntiva es permitir que el grupo intente interpretar los hechos o imponer que se limite a describir los mismos. La interpretación está condicionada por la diferencia en las percepciones y en las experiencias previas; por lo tanto, puede generar fricciones o problemas. En cambio, la descripción posiciona el análisis en una condición más tangible y evita lo antes mencionado.

Es importante posicionar entonces la interacción del equipo en la región positiva. Esto es posible con la aplicación de métodos de trabajo pertinentes, que permitan a los integrantes

superar sus necesidades de diferenciación y concentrarse en la tarea. Estos métodos deben incluir prácticas tendientes a facilitar la comprensión de distintas situaciones problemáticas, a discriminar elementos de decisión y 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 que permitan discernir entre lo personal subjetivo y lo externo objetivado, cuya aplicación incluya una serie de prácticas que les permita la incorporación de mecanismos para aprender y producir en equipo.

Para que el trabajo sea exitoso deben satisfacerse algunos requerimientos importantes. Al decir de Costa (1997), *“los procesos sociales que tienden a cambiar las condiciones de existencia de la gente difícilmente se desarrollan, al menos con posibilidades de consolidación y permanencia, si los mismos agentes implicados no visualizan los objetivos y los medios propuestos como “pensables”, “posibles”, “aceptables”, “convocantes”, y, al mismo tiempo, no disponen de los conocimientos y habilidades requeridos para participar activamente.”*

Con esa finalidad, el análisis grupal de problemas de decisión tiene efectos positivos. Al respecto, conviene reflexionar sobre el supuesto de que las personas desarrollan sus actividades como un proceso continuo de sucesivas tomas de decisiones, conforme a la Teoría de la Elección Racional, Elster (1990), Becker (1980). Coincidente con esta idea, Senge (2007) señala que las actividades de planificación desarrolladas en equipo, que implican ejercicios de toma de decisiones, constituyen una instancia potente de aprendizaje para el grupo.

Bajo esa lógica, cualquiera sea la organización, la realización ordenada y controlada de prácticas conjuntas de decisión, que se desarrollan con frecuencia elevada, contribuye a favorecer la cohesión y la capacitación del grupo.

Para dar respuesta a estas cuestiones, este artículo presenta una metodología inserta en el entorno DMD que 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, además, 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.

MATERIALES Y MÉTODOS

Fundamentos del método

El DRV supone un problema por el cual un equipo de entre cinco y quince personas debe tomar una decisión. Se considera que el grupo puede identificar y definir un número finito de alternativas y adoptar los criterios necesarios para su análisis. En general, supone que es posible construir en conjunto un “árbol de decisión”, conforme a lo planteado en Saaty (1996) y que se presenta en la figura 2.

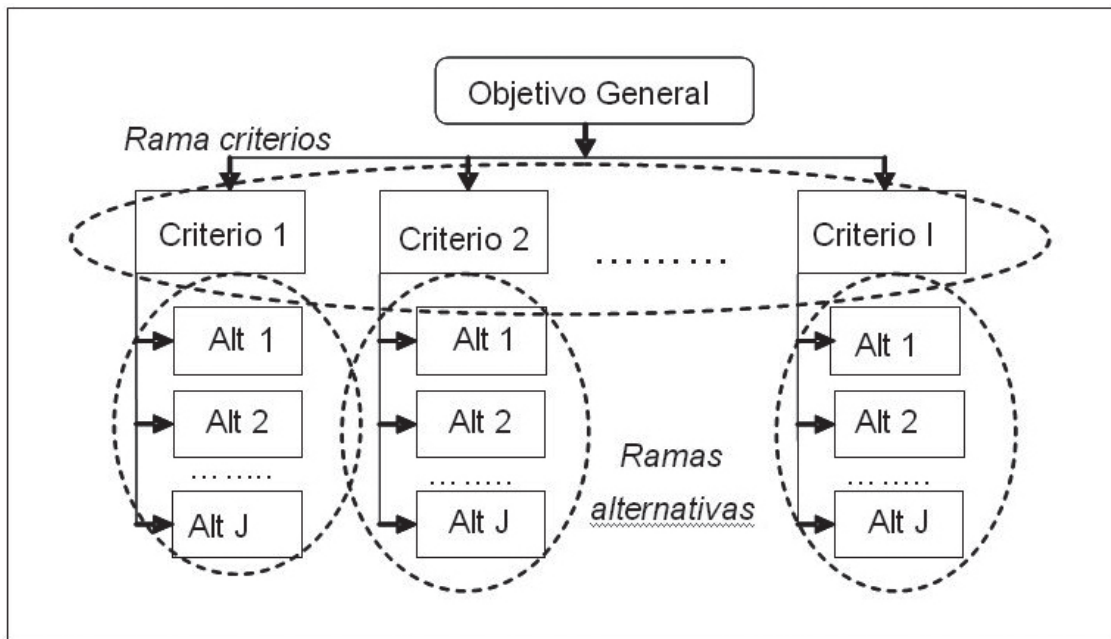


Figura 2. Árbol de la Decisión

Una vez construido el árbol, es preciso analizar cada una de sus ramas, a fin de hacer valoraciones relativas de las alternativas respecto a cada criterio y de los criterios entre sí. La asignación de utilidades puede hacerse con una función de utilidad cardinal, de acuerdo a lo propuesto en Keeney & Raiffa (1993).

La asignación de utilidades debe ser una tarea individual. Se supone que cada uno de los miembros la realiza por separado, con independencia de los juicios emitidos por sus compañeros. En esas condiciones, la variabilidad de las asignaciones individuales puede ser representada como una variable aleatoria multidimensional, con sus correspondientes distribuciones de probabilidad marginales y una matriz de correlaciones cruzadas.

Sea U_k la variable aleatoria que representa la importancia o preferencia adjudicada al elemento k , por los miembros del grupo, expresada como utilidad estandarizada con la regla de la suma. Si los participantes efectúan una asignación cuando se inicia el análisis, es razonable esperar una dispersión elevada.

En una situación extrema es posible suponer que cada miembro del grupo efectúa asignaciones de una manera totalmente aleatoria, y que todas las asignaciones posibles tienen probabilidades similares. En ese caso, la distribución marginal de U_k debe ser Uniforme.

Para mejorar ese resultado es preciso que el grupo analice cada rama con diversos ejercicios, hasta conseguir un nivel adecuado de conocimiento conjunto acerca del problema. A medida que progresa el análisis, la dispersión tiende a reducirse de manera sostenida hasta arribar a una condición de estabilidad.

Se entiende por *condición de estabilidad* al estado en el cual las asignaciones individuales de utilidad no presentan cambios significativos, aunque se continúe con el estudio. La figura 3, extraída de Zanazzi & Gomes (2009), representa este proceso evolutivo.

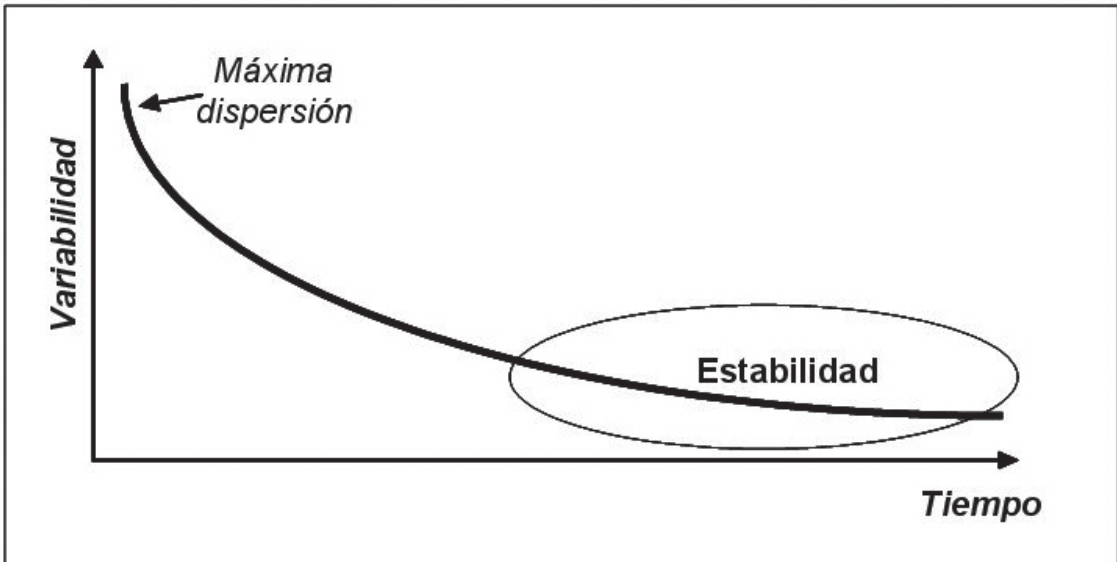


Figura 3. Disminución de la variabilidad en función del tiempo

En el estado estable, la variable aleatoria puede ser entendida como una suma de muchos efectos, con intensidades similares.

Cuando el grupo alcanza una cierta homogeneidad en sus opiniones, es razonable pensar que, al realizar sus valoraciones individuales, los integrantes asignan mayor o menor peso a cada elemento, dependiendo de una gran cantidad de condiciones. Dicho con mayor formalidad, puede proponerse que:

$$U_k = \sum_{I=1}^L Y_I \quad (1)$$

donde las variables Y_I representan los múltiples efectos que influyen sobre el decisor individual, en el momento de asignar peso al elemento k .

Si todos estos efectos tienen impactos similares, de acuerdo al Teorema del Límite Central de las probabilidades, cuando L tiende a infinito, U_k debe tender a comportarse como una normal. $[N(\mu_k, \sigma_k^2)]$ Este razonamiento puede considerarse válido para las distribuciones de cada uno de los elementos considerados.

Por otra parte, debido al procedimiento de normalización utilizado, las ponderaciones están linealmente relacionadas. Ello permite definir una estructura interna de correlaciones, con coeficientes que tienden rápidamente a cero a medida que aumenta la cantidad de elementos comparados.

Una vez completado el análisis del árbol de decisión y alcanzada la estabilidad en cada una de las ramas, quedan definidas una distribución normal para cada criterio y una normal para cada alternativa respecto a cada criterio.

La situación se esquematiza en la figura 4, extraída de Zanazzi & Gomes (2009):

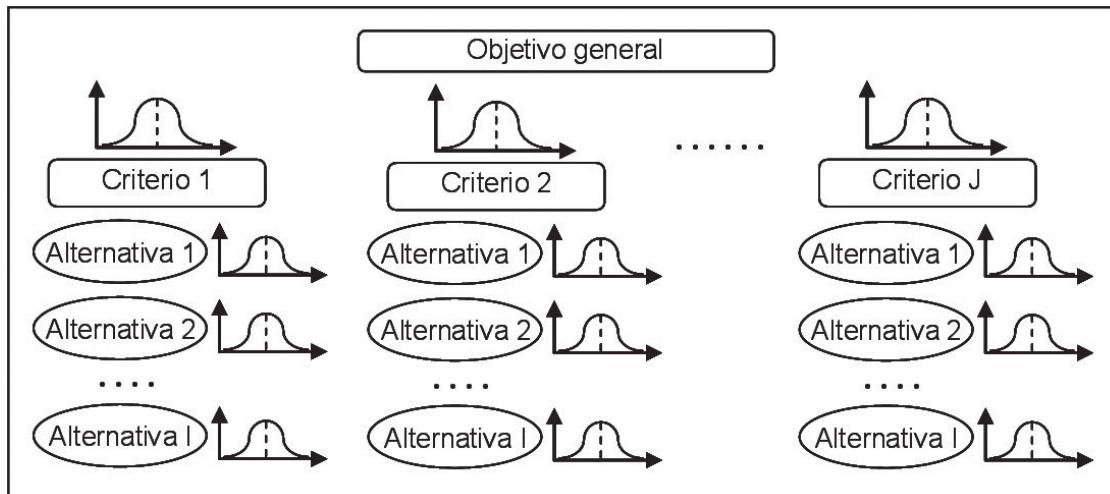


Figura 4. Distribuciones normales en el árbol de decisión

Pasos en la aplicación del método

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.

Tercero: Asignación de utilidades. Se recorren una por una las ramas del problema de decisión. Si se consideran, un equipo de trabajo con N individuos, donde $n = 1, 2, K, N$ y un número K de elementos de decisión a mensurar, donde $k = 1, 2, K, K$ y se denomina u_{kn} al valor de la función de utilidad asignada por el integrante n al elemento k , las utilidades estandarizadas se expresan como:

$$w_{kn} = \frac{u_{kn}}{\sum_{k=1}^K u_{kn}} \tag{2}$$

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:

$$SC_{total} = \sum_{k=1}^K (\bar{w}_k - \bar{\bar{w}})^2 + \sum_{k=1}^K \sum_{n=1}^N (w_{kn} - \bar{w}_k)^2 \tag{3}$$

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 (3), 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 progresa el análisis. A los efectos de contrastar esta sumatoria con algún valor de referencia, se puede calcular una suma total de cuadrados representativa de la condición de falta de acuerdo, del siguiente modo:

$$SCU = K(N-1) \frac{\left(\frac{2}{K}\right)^2}{12} = \frac{N-1}{3K} \quad (4)$$

Así, entonces, es posible suponer que a medida que progresa el análisis de la rama, la suma de cuadrados SCD desciende desde un valor cercano a SCU, hasta un mínimo propio de la estabilidad.

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

$$IVR = (SCD / SCU) * 100\% \quad (5)$$

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 & Gomes (2009), 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, es posible agregar los juicios individuales mediante una ponderación lineal. Cada miembro del grupo asignó un peso w_{jn} al criterio j y una ponderación 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:

$$v_{in} = \sum_{j=1}^J w_{jn} * u_{ijn} \quad (6)$$

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 $A^{(2)}$. 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 $A^{(r)}$. 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:

$$T = \frac{\overline{d}_{sr}}{S_{sr} / \sqrt{N}} \quad (7)$$

Cuando H_0 es cierta, la cantidad T tiene distribución t de Student con $(N-1)$ grados de libertad. En esta aplicación de pruebas repetidas es conveniente reducir la probabilidad de cometer Errores de Tipo I (ETI). Con esa finalidad se aplica la tasa de falso descubrimiento (FDR), propuesta por Benjamini & Hochberg (1995), con la modalidad sugerida en Benjamini & Yekutieli (2001). De este modo, el valor límite de p puede encontrarse haciendo:

$$p_{(l)} \leq \frac{\alpha}{L \sum_{m=1}^L \frac{1}{m}} \quad (8)$$

Donde α 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_1 . 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.

RESULTADOS

A continuación, se describe parte de una experiencia realizada en el Laboratorio de Ingeniería y Mantenimiento Industrial (LIMI) de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales dependiente de la Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Los cinco participantes integran un equipo de trabajo que tiene como finalidad el diseño e implementación de un sistema de gestión de mantenimiento, para los elementos electromecánicos de presas de embalse y diques construidos en distintas cuencas hídricas de la Provincia de Córdoba.

Para diseñar el programa de mantenimiento fue necesario determinar las condiciones de operatividad de los medios de control y sistemas auxiliares instalados; detectar los modos de falla de estos elementos, y establecer prioridades de intervención en base a un análisis de criticidad de las componentes del sistema.

En la evaluación de la criticidad se trabajó con una adaptación del método de Análisis de Modos de Falla y sus Efectos (AMFE). Por ese motivo fue preciso asignar valoraciones a los siguientes criterios: Gravedad de la falla, Probabilidad de ocurrencia de la falla y Capacidad de detección. En los siguientes párrafos se describe el trabajo realizado con el primero de estos criterios.

En la parte inicial de la experiencia se elaboró una definición de Gravedad. Además, se adoptaron cuatro categorías y se elaboraron definiciones para las mismas. Este ejercicio de verbalizar en conjunto resultó estimulante para el grupo.

En la siguiente fase se asignaron utilidades para cada categoría, conforme a la función anteriormente planteada. Los valores estandarizados y sus correspondientes promedios se muestran en la tabla que sigue.

Tabla 1. Utilidades estandarizadas asignadas por los participantes

Participante	Crítica	Severa	Moderada	Leve
1	0,755	0,189	0,038	0,019
2	0,593	0,296	0,074	0,037
3	0,401	0,268	0,187	0,144
4	0,608	0,304	0,076	0,013
5	0,727	0,182	0,061	0,030
Promedios	0,617	0,248	0,087	0,049

La condición de estabilidad puede verificarse con la prueba de normalidad de Pearson, según lo planteado por Rencher (2002). Puede verse que para las dos primeras categorías (Crítica y Severa), las distribuciones obtenidas no difieren significativamente de valores que puedan provenir de una distribución normal, mientras que las dos últimas (Moderada y Leve) se apartan de la normalidad.

Tabla 2. Resultados de la prueba de normalidad

Clase	Crítica	Severa	Moderada	Leve
<i>Coefficiente de asimetría</i>	- 0,614	- 0,264	1,232	1,386
<i>Nivel de significación</i>	0,10	0,05	0,025	0,01
<i>Valores críticos</i>	0,821	1,049	1,207	1,337
<i>Resultados</i>	Normal	Normal	No normal	No normal

Este alejamiento de la normalidad está indicando que aún no se está en la zona de estabilidad. Haría falta más discusión dentro del grupo de trabajo para lograr el consenso buscado. Por otra parte, al utilizar la suma de cuadrados como instrumento de evaluación del nivel de acuerdo logrado, el Índice de Variabilidad Remanente confirma lo obtenido en la prueba de normalidad.

Tabla 3. Cálculo del IVR inicial

Suma de Cuadrados de Referencia (Uniforme) SCU	0,3333
S de C entre elementos	1,0080
S de C dentro de los elementos	0,1172
S de C total	1,1252
Índice de Variabilidad Remanente (IVR)	35,16%

El valor obtenido para este índice (35,16%), indica que es necesario retomar la discusión para detectar y analizar cuáles son los aspectos en los que no se consiguió un punto de vista común. En esta nueva etapa del proceso se hizo hincapié en las principales diferencias existentes en el equipo. Luego del intercambio de opiniones se solicitó una segunda asignación de utilidades, como se ve en la siguiente tabla:

Tabla 4. Segundo cálculo de IVR

Suma de Cuadrados de Referencia (Uniforme) SCU	0,3333
S de C entre elementos	1,3981
S de C dentro de los elementos	0,0391
S de C total	1,4373
<i>Índice de Variabilidad Remanente (IVR)</i>	11,73%

El IVR se redujo sensiblemente. También las pruebas de normalidad resultan satisfactorias en el segundo intento. Esta variación muestra cómo el grupo evolucionó hacia posiciones de mayor homogeneidad (consenso). Además, la profundización del análisis permite lograr un mejor conocimiento de la problemática abordada al hacer nuevas definiciones de criterios y categorías.

DISCUSIÓN

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

Una dificultad para las prácticas grupales de toma de decisiones radica en que el trabajo en equipo no es una actividad natural para el ser humano. Antes que integrarse, las personas necesitan diferenciarse, lo cual contribuye a incrementar las fricciones internas. Según Krieger (2001), pueden presentarse desviaciones indeseables en estas prácticas. Por una parte, él o los líderes pueden imponer sus puntos de vista y establecer de este modo un freno a los aportes del grupo. Por la otra, los individuos tienen distintas percepciones e intereses, con lo que se torna difícil la integración.

En la concepción actual de gestión es preciso superar estas limitaciones. Se trata de implementar estrategias de intervención que ordenen y comprometan. Se busca afianzar la cultura organizacional y hacer realidad el concepto de “organización que aprende”.

Por ese motivo, la propuesta DRV se orienta a la obtención de varios productos, además de la decisión en sí misma. En efecto, se espera lograr un incremento en el nivel de conocimiento compartido sobre el problema y similares, aumentar la cohesión del equipo, afianzar liderazgos y asegurar el compromiso con la decisión adoptada.

Los experimentos realizados hasta el momento han tenido resultados positivos. En todos los casos, las consignas fueron comprendidas y aplicadas sin dificultad por los participantes. Además, la propuesta siempre resultó motivadora y trajo aparejado un incremento en el conocimiento colectivo.

En dichos experimentos se verificó que la metodología contribuye en los siguientes aspectos: organiza la tarea del equipo, dado que provee una modalidad estructurada de trabajo; estimula el proceso de análisis del problema, brinda un modo objetivo de expresar las preferencias; favorece la realización de aportes individuales de todo el grupo; permite establecer cuándo se ha logrado un adecuado nivel de profundización en dicho análisis e incrementa el compromiso con la decisión compartida.

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.

REFERENCIAS

- Altuzarra, A., Moreno-Jiménez, J., & Salvador, M. (2007).** A Bayesian prioritization procedure for AHP-group decision making. *European Journal of Operational Research*, 182, 367-382.
- Becker, G. (1980).** El enfoque económico del comportamiento humano. *Información Comercial Española, ICE: Revista de economía*, 557, 11-18.
- Benjamini, Y., & Hochberg, Y. (1995).** Controlling the false discovery rate: a practical and powerful approach to a multiple testing. *Journal of the Royal Statistical Society, Serie B (Methodological)*, 57(1), 289-300.
- Benjamini, Y., & Yekutieli, D. (2001).** The control of the false discovery rate in multiple testing under dependency. *The Annals of Statistics*, 29(4), 1165-1188.
- Beynon, M. (2002).** DS/AHP method: a mathematical analysis, including an understanding of uncertainty. *European Journal of Operational Research*, 140(1), 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.
- Costa, R. (1997).** Estrategias de intervención como teorías de la acción en acción. *Acto Social* 17, 5-10.
- Chou, Sh., Chang, Y., & Shen, Ch. (2008).** A fuzzy simple additive weighting system under group decision-making for facility location selection with objective/subjective attributes. *European Journal of Operational Research*, 189, 132-145.
- Dias, L., & Clímaco, J. (2000a).** Additive aggregation with variable interdependent parameters: The VIP analysis software. *Journal of the Operational Research Society*, 51, 1070-1082.
- Dias, L., & Clímaco, J. (2000b).** ELECTRE TRI for groups with imprecise information on parameter values. *Group Decision and Negotiation*, 9, 355-377.
- Dias, L., & Clímaco, J. (2005).** Dealing with imprecise information in group multicriteria decisions: a methodology and a GDSS architecture. *European Journal of Operational Research*, 160, 291-307.
- Dong, Y., Xu, Y. & Yu, Sh. (2008).** Linguistic multiperson decision making based on the use of multiple preference relations. *Fuzzy Sets and Systems*, 160(1), 603-623
- Elster, J. (1990).** *Tuercas y tornillos: una introducción a los conceptos básicos de las ciencias sociales*. Gedisa, Barcelona.
- Escobar, M., & Moreno-Jimenez, J. (2007).** Aggregation of Individual Preference Structures in AHP-Group Decision Making. *Group Decision and Negotiation*, 16(4), 287-301.
- Forman, E., & Peniwati, K. (1998).** Aggregating individual judgments and priorities with the analytic hierarchy process. *European Journal of Operational Research*, 108, 165-169.
- Gibson, J., Ivancevich, J., & Donnelly, J. (2001).** *Las Organizaciones*. Mc Graw Hill Interamericana. Chile.
- Herrera, F., Herrera-Viedma, E. & Chiclana, F. (2001).** Multiperson decision-making based on multiplicative preference relations. *European Journal of Operational Research*, 129(2), 372-385.

- Keeney, R., & Raiffa, H. (1993).** *Decisions with multiple objectives: preferences and value tradeoffs*. J. Wiley.
- Kersten, G. (1997).** Support for Group Decisions and Negotiations- An Overview. In: J. Climaco, editor, *Multicriteria Analysis*, pp. 332-346. Heilderberg, Springer-Verlag.
- Krieger, M. (2001).** *Sociología de las organizaciones. Una introducción al comportamiento organizacional*. Pearson Education. Buenos Aires.
- Lahdelma, R., Hokkanen, J. & Salminen, P. (1998).** Stochastic Multiobjective Acceptability Analysis. *European Journal of Operational Research*, 106, 137-143.
- Lahdelma, R., & Salminen, P. (2001).** SMAA-2: Stochastic multicriteria acceptability analysis for group decision making. *Operations Research*, 49(3), 444-454.
- Lahdelma, R., & Salminen, P. (2009).** Prospect theory and stochastic multicriteria acceptability analysis (SMAA). *Omega*, 37, 961-971.
- Moreno-Jimenez, J., Aguarón, J., & Escobar, M. (2007).** The core of Consistency in AHP-Group Decision Making Group. *Decision and Negotiation*, 17(3), 249-265.
- Rencher, A. (2002).** *Methods of Multivariate Analysis*. Segunda edición. John Wiley and sons.
- Robbins, S., & Coulter, M. (2000).** *Administración*. Sexta edición. Prentice Hall. México.
- Saaty, T. (1978).** Exploring the interface between hierarchies. Multiple Objectives and Fuzzy Sets. *Fuzzy Sets and Systems*, 1(1), 57-68.
- Saaty, T. (1996).** *Decision making for leaders: the analytic hierarchy process in a complex world*. 3d. Ed. RWS Publications, Pittsburg. USA.
- Senge, P. (2007).** *La quinta disciplina: El arte y la práctica de la organización abierta al aprendizaje*. Ediciones Granica S.A.
- Tervonen, T. (2007).** *New directions in Stochastic Multicriteria Acceptability Analysis*. Ph.D. thesis. Finlandia, FL: University of Turku.
- Wang, Y., & Parkan, C. (2008).** Optimal aggregation of fuzzy preference relations with an application to broadband Internet service selection. *European Journal of Operational Research*, 187(3), 1476-1486.
- Yeh, CH., & Chang, Y. (2009).** Modeling subjective evaluation for fuzzy Group multicriteria decision making. *European Journal of Operational Research*, 194(1), 464-473.
- Yu, L., Wang, Sh., & Lai, K. (2009).** An Intelligent-agent-based fuzzy group decision making model for financial multicriteria decision support: the case of credit scoring. *European Journal of Operational Research*, 195(3), 942-959.
- Zanazzi, J., Carignano, C., Boaglio, L., Dimitroff, M., & Conforte, J. (2006).** Metodología para apoyar la toma de decisiones en equipo. *Revista de la Escuela de Perfeccionamiento en Investigación Operativa*, 27, 61-74.
- Zanazzi, J., & GOMES, L. (2009).** La búsqueda de acuerdos en equipos de trabajo: el método Decisión con Reducción de la Variabilidad (DRV). *Pesquisa Operacional*, 29(1), 195-221.