

Metodos y Procesos Multicriterio para la Evaluación Económico-Ambiental de las Políticas Públicas

Giuseppe Munda

Universitat Autònoma de Barcelona
Departament d' Economia i Historia Econòmica
Edifici B
08193 Bellaterra, Barcelona

Resumen: Cualquier problema de decisión social se caracteriza por conflictos entre valores e intereses que compiten y diferentes grupos y comunidades que los representan. Por ejemplo, en la gestión ambiental, las metas de biodiversidad, los objetivos del paisaje, los servicios directos de diferentes entornos como fuentes de recursos y como sumideros de desechos, los significados históricos y culturales que los lugares tienen para las comunidades, las opciones recreativas que proporcionan los entornos, son una fuente de conflicto. Las diferentes dimensiones de valor pueden estar en conflicto entre sí y dentro de sí mismas, y cualquier decisión otorgará diferentes opiniones buenas y malas para los diferentes agentes tanto en forma espacial como temporal. ¿Cómo se deben resolver esos conflictos? A lo largo de los últimos veinte años se han desarrollado y aplicado una variedad de métodos multicriteriales de ayuda a la decisión, con el fin de facilitar la organización de información tanto ecológica como económica, como base para los procesos de toma de decisiones en materia ambiental. Los métodos multicriteriales no asumen la conmensurabilidad de las diferentes dimensiones del problema, ya que no proveen un único criterio de elección, en este sentido, no existe la necesidad de reducir todos los valores en una sola escala (monetaria, energética,...) ayudando a encuadrar y presentar el problema, facilitando el proceso decisor y la obtención de acuerdos políticos. El diseño metodológico aquí presentado, ha permitido identificar, in varios casos prácticos, los diferentes actores involucrados, describiendo, al mismo tiempo, los problemas de gestión de una forma simultánea tanto en el riguroso lenguaje científico como en términos socio-políticos. Esto ha permitido delimitar los conflictos sociales y mostrar diferentes posibilidades para su solución a través de compromisos, cooperación y dialogo entre las partes, dando oportunidad a que emergieran soluciones.

1. FUNDAMENTOS METODOLÓGICOS DE LA EVALUACIÓN MULTICRITERIO SOCIAL

Cualquier problema de decisión social se caracteriza por conflictos entre valores e intereses que compiten y diferentes grupos y comunidades que los representan. Por ejemplo, en la gestión ambiental, las metas de biodiversidad, los objetivos del paisaje, los servicios directos de diferentes entornos como fuentes de recursos y como sumideros de desechos, los significados históricos y culturales que los lugares tienen para las comunidades, las opciones recreativas que proporcionan los entornos, son una fuente de conflicto. Las diferentes dimensiones de valor pueden estar en conflicto entre sí y dentro de sí mismas, y cualquier decisión otorgará diferentes opiniones buenas y malas para los diferentes agentes tanto en forma espacial como temporal (Martinez Alier et al., 1998). ¿Cómo se deben resolver esos conflictos?

A lo largo de los últimos veinte años se han desarrollado y aplicado una variedad de métodos multicriteriales de ayuda a la decisión, con el fin de facilitar la organización de información tanto ecológica como económica, como base para los procesos de toma de decisiones en materia ambiental (Beinat y Nijkamp, 1998; Munda, 1995). Los métodos multicriteriales no asumen la conmensurabilidad de las diferentes dimensiones del problema, ya que no proveen un único criterio de elección, en este sentido, no existe la necesidad de reducir todos los valores a la

escala monetaria o energética, ayudando a encuadrar y presentar el problema, facilitando el proceso decisor y la obtención de acuerdos políticos. Nos encontramos, por tanto, ante un proceso de aprendizaje iterativo, entre los analistas y los agentes involucrados, en el que se combinan aspectos formales (aquellos propios de la metodología multicriterial) con aspectos informales, representados por las percepciones, intereses y deseos de los diferentes agentes inmersos en “juego”.

Según Simon (1983), se debe hacer una distinción entre el concepto general de racionalidad como una adaptación de los medios disponibles a los fines perseguidos, y las diferentes teorías y modelos basados en una racionalidad que es o bien sustantiva o de procedimiento. Esta terminología puede ser usada para distinguir entre la racionalidad de una decisión considerada en forma independiente de la manera en que se lleva a cabo (en el caso de la racionalidad sustantiva, la racionalidad de la evaluación se refiere exclusivamente a los resultados de la elección) y la racionalidad de una decisión relacionada a la manera en que se lleva a cabo (en el caso de racionalidad procedimental, la racionalidad de evaluación se refiere al proceso de toma de decisiones en sí mismo). Como consecuencia es imposible basar la validez de un procedimiento en un concepto de aproximación o en una propiedad de convergencia matemática (Roy, 1985). Esta nueva forma de ver a la racionalidad implica un *nuevo concepto de calidad*. ¿Se puede mejorar la calidad de un proceso de decisión?

En la actualidad los científicos se enfrentan a problemas introducidos a través de políticas en los cuales es común que *los hechos sean inciertos, los valores estén en conflicto, los intereses sean altos, y las decisiones urgentes*. Por lo tanto Funtowicz y Ravetz desarrollaron un nuevo marco epistemológico llamado “ciencia post-normal”, donde es posible usar dos aspectos cruciales de la ciencia en el campo de la política: incertidumbre y conflicto de valores. El nombre “post-normal” señala que las operaciones de la ciencia normal difíciles de resolver, en el sentido Kuhniano, que con tanto éxito se extendían del laboratorio de ciencia pura a la conquista de la naturaleza por medio de la ciencia aplicada ya no son más adecuados para resolver los problemas sociales.

Cuando se usa la ciencia en políticas, los profanos (por ej. los jueces, periodistas, científicos de otra esfera, o simplemente los ciudadanos) a menudo dominan suficientemente la metodología para volverse participantes efectivos en el diálogo. Esta extensión de la comunidad es esencial para mantener la calidad del proceso de resolución de sistemas complejos. De este modo la apropiada gestión de la calidad se enriquece al incluir esta multiplicidad de participantes y perspectivas. Los criterios de calidad en este nuevo contexto presupondrán principios éticos. Pero en este caso *los principios serán explícitos y formarán parte del diálogo*. “El asunto no radica en si el mercado es lo único que puede determinar valor, puesto que los economistas discutieron hace mucho tiempo otras formas de valuación. Nuestro interés está en la suposición que en cualquier diálogo, todas las valuaciones o “numerares” deberían ser reducibles a un único estándar unidimensional (Funtowicz y Ravetz, 1994, p. 198)”.

Para aclarar este punto, presentaré a continuación un breve resumen de un caso de estudio real en el Pirineo Catalan en el cual he sido recientemente involucrado¹. Desde principios de los años ochenta, las administraciones locales de las Valls d'Àneu, la Generalidad de Cataluña y la empresa Baquèira-Beret, S.A. plantean consensuadamente la necesidad de ampliar el actual dominio esquiable en el Valle de Arán hacia la región vecina de El Pallars Sobirà, como actuación de dinamización socioeconómica para las Valls d'Àneu. A mediados de los 90 se presenta un primer proyecto de ampliación de la estación hacia el puerto de la Bonaigua (sector Peüllà), por donde pasa la actual carretera que une el Valle de Aran con el Pallars Sobirà. Aunque en este valle se concentran diferentes infraestructuras y vías de comunicación, la afectación a los valores naturales del Área Periférica del Parque así como la propuesta asociada de urbanización en cotas

¹ Proyecto DIAFANIS financiado por el Gobierno Español y la Generalitat de Catalunya. Dirigido por Joan Martínez Alier y Giuseppe Munda, realizado principalmente por Neus Martí.

superiores a los 1500 metros despierta una fuerte oposición por parte de los grupos conservacionistas y las administraciones que provocaran la desestimación del proyecto. Más tarde, en 1999, la empresa promotora presenta oficialmente un nuevo proyecto de ampliación del dominio esquiable en 1.370 ha, hacia un valle colindante a la primera propuesta, el Muntanyó y la Ribera d'Àrreu, en el mismo municipio, con una capacidad para unos 6.000 esquiadores.

Éste proyecto afecta a un espacio protegido, el Espacio de Interés Natural del Alt Àneu propuesto por el gobierno de la Generalidad de Cataluña a la Unión Europea para la Red de Espacios Naturales de Interés Comunitario, Red Natura 2000. Esta nueva propuesta desencadena una confrontación entre grupos sociales, administración y empresa promotora en busca de actuaciones alternativas que traduce un conflicto de valores y percepciones a distintas escalas territoriales. Los criterios de evaluación de las posibles actuaciones han tenido entonces que ser buscados en la percepción social de la realidad a través de la interacción estrecha entre el equipo investigador y los participantes en grupos de debate y en entrevistas.

Al evaluar actuaciones económicas concretas sobre el territorio, uno de los principales aspectos a tener en cuenta es su *rentabilidad financiera* a largo plazo. La rentabilidad financiera puede determinarse mediante la diferencia entre los costes y los ingresos actualizados en un horizonte temporal de unos 30 años. Aparte de la rentabilidad, para que una actuación se convierta en motor de la dinámica económica de la comarca, hay otros aspectos que tienen que tenerse en cuenta, como la *cantidad de puestos de trabajo* creados directamente por la actuación. Éste es un criterio muy destacado por la población, ya que es el que origina el mantenimiento de la población en la comarca. Aun así, el número de trabajos no es un requisito suficiente en muchos de los casos, porque su marcada estacionalidad dificulta la fijación de ciudadanos. Económicamente también resulta importante para la zona, tal como se expresó ya desde la primera sesión de debate con la población local, no depender económicamente de una sola actividad, aunque ésta sea lo suficientemente rentable. La población del Alt Àneu ha sacado históricamente provecho de varias actividades, y otras se han convertido en la base del ahorro o de la seguridad de las familias. Por lo tanto, la idea "de evitar el monocultivo turístico" y de "no depender de él" es muy importante. Debido a la dificultad de establecer indicadores, el criterio se ha definido como *diversificación de actividades*, calculando el número de sectores (primario, secundario y terciario) favorecidos por cada alternativa. En último término, tal como se ha hecho patente en la participación, la dinamización económica y mejora de los equipamientos e infraestructuras a escala local "depende de la inversión que la administración realice". Así, esta inversión o gasto local depende directamente, en parte, del volumen de ingresos que la administración obtenga de la actuación. En principio ésta "aumentará si aumentan sus ingresos"; por lo tanto, resulta relevante medir el criterio de *beneficios para la administración local* de cara a prever el desarrollo potencial de la zona.

En lo que concierne a los aspectos o criterios sociales, destaca la importancia que se da al hecho de que las actuaciones ayuden a mantener y fijar población en los valles. A la vez, el hecho de que la gente decida quedarse está en función de diferentes factores que actúan en el nivel jerárquico familiar y determinan la estructuración y funcionamiento del sistema a nivel local. Estas cuestiones están sobre todo relacionadas con la calidad de vida (trabajo y servicios) y la distribución de la riqueza entre la población. Un factor importante en este sentido es la *calidad del trabajo* generado directamente por la actuación, en la que contribuyen aspectos como la estabilidad del trabajo, la estacionalidad y el tipo de trabajo, si son cualificados o no.. Otro aspecto que puede ayudar a mantener la población en Les Valls es la mejora y potenciación del *acceso a servicios sociales*, insuficientes hoy por hoy en el Área de Influencia del Parque Nacional, sobre todo en lo que concierne a los servicios de tipo sanitario (sin excluir el acceso a otros servicios del tipo educativo y cultural). Por otra parte, del análisis de las tendencias históricas y de la participación se ha extraído otro criterio relacionado con el mantenimiento de las actividades tradicionales. Éstas han sido históricamente una de las principales fuentes de ingresos y de ahorro para buena parte de la población del Área de Influencia. Vemos que hay algunas alternativas que

favorecen la compatibilidad de usos y aprovechamientos (ganaderos, cinegéticos, agrícolas en los fondos del valle, etc.) y otras tienen repercusiones que van en detrimento de estas actividades, como el aumento incontrolado de suelo urbanizado. La desaparición definitiva de las actividades tradicionales podría tener repercusiones mucho más allá de la redistribución de los sectores económicos, como la pérdida de patrimonio cultural, conocimientos, control local y recursos como la calidad paisajística. Por tanto es importante evaluar la *consistencia de las actuaciones con las actividades tradicionales* dada la posibilidad de que el sistema se oriente hacia su irreversible desaparición. Aparte del mantenimiento de la población en la zona, hay otros aspectos sociales destacados por los diferentes grupos y personas a los cuales se ha consultado. La *distribución social de los beneficios* asociados a las actuaciones sería un criterio de gran interés en la dimensión social del sistema ya que algunas actuaciones parecen favorecer a pocos grupos sociales que hoy por hoy ya están disfrutando de recursos económicos pero sobre todo políticos a escala local y comarcal. Otras suponen una distribución más equitativa de los beneficios entre el tejido social. Finalmente hay un aspecto que hemos incluido en el ámbito social, pero quizás tendría que tener un apartado propio, que está relacionado con la preocupación respecto a la falta de *participación local en las decisiones políticas y territoriales*. Históricamente, la dinámica económica local ha sido marcada por procesos de decisiones que se han dado de una manera externa. Esta falta de recursos políticos y de poder de decisión sobre cuestiones próximas a Les Valls ha sido un tema tradicionalmente conflictivo en la esfera política y social.

El motor económico local es fundamentalmente el “*paisaje*” así como el conjunto de valores naturales locales. Por lo tanto, cualquier actuación de desarrollo local tendría que garantizar el mantenimiento de este recurso. Desde los diferentes grupos y personas consultadas se ha manifestado la preocupación por la ocupación del suelo que comportan las diferentes actuaciones, y la coincidencia territorial del suelo a urbanizar, alrededor de los núcleos existentes, en los fondos de valles, con los pastos más productivos, por lo tanto es importante evaluar el criterio del *mantenimiento del mosaico vegetal*, en el que se incluyen los pastos como tipología de elevado valor paisajístico. Por otra parte, esta riqueza vegetal sustenta una riqueza faunística tanto o más destacable, por su rareza y singularidad dentro del territorio catalán. Tanto es así que la *afectación a especies significativas* es un criterio relevante para muchos sectores de la población y de la administración. En este estudio se ha querido evaluar, no sólo las afectaciones a las funciones y los elementos ecosistémicos de las diferentes actuaciones, sino otros factores ambientales, como la *calidad paisajística*, que se vuelven importantes como atractores turísticos para Les Valls, sobre todo teniendo en cuenta que una parte del turismo que actualmente va a la zona, accede precisamente por la proximidad del Parque Nacional. Finalmente se ha incluido un criterio que no es estrictamente ecológico, sino más bien jurídico, que es la *confrontación con figuras de protección ambiental*, entendiéndolo que las diferentes declaraciones de protección del territorio se han fundamentado en los destacados valores naturales y patrimoniales presentes, por lo que una afectación a estas figuras de protección es una afectación directa a los valores por los cuales se han declarado.

2. ALGUNAS DEFINICIONES BÁSICAS

Como no hay un acuerdo unánime en la literatura acerca de las definiciones que deberían aplicarse para algunos conceptos básicos de ayuda en la decisión multicriterio, indicaré de forma clara en esta sección las definiciones que uso en este artículo.

Objetivo: un objetivo es algo que se lucha por conseguir. (por ej. una compañía quiere maximizar su nivel de ganancias). Por lo general un objetivo indica la dirección de cambio deseada.

Criterio: un criterio es la base para la evaluación. Es una función que asocia cada acción con un número (“número” en este contexto significa cualquier tipo de escala de criterios, cuantitativa, cualitativa, estocástica o difusa) que indica su conveniencia según las consecuencias relacionadas al mismo punto de vista. En términos formales, un criterio **g** es una función definida en el conjunto **A** de acciones potenciales de modo que la comparación de los dos números **g(a)** y **g(b)** nos

permite describir y/o discutir el resultado de la comparación de **a** y **b** relativa al punto de vista subyacente en la definición de **g**.

Meta: una meta es algo que se puede lograr o no (por ej. aumentar las ventas de un producto en por lo menos un 10%). Si una meta no se puede lograr o es improbable que se logre, puede convertirse en un objetivo.

Atributo: un atributo es una medida que indica si se lograron o no las metas propuestas, dada una decisión particular que proporciona un medio de evaluar los niveles de diferentes objetivos.

Restricción: una restricción es un límite a los valores que los atributos y las variables de decisión pueden asumir y puede establecerse o no de forma matemática.

Punto ideal el punto que en el espacio de criterios tiene coordenadas

$$\max_{a \in A} g_1(a), \max_{a \in A} g_2(a), \dots, \max_{a \in A} g_n(a) \quad (1)$$

se llama punto ideal (o de utopía) (asumiendo que el valor más alto es el mejor). Está claro que si un elemento de **A** tiene como imagen a este punto, este elemento es la mejor acción, porque maximiza todos los criterios de forma simultánea. Un concepto similar a la alternativa ideal, su reflejo, lo anti-ideal puede definirse como la acción que minimiza todos los criterios considerados de forma simultánea (la peor acción).

Dominio: una acción **a** domina a una acción **b** si **a** es por lo menos tan buena como **b** en todos los criterios considerados, y mucho mejor que **b** en por lo menos un criterio.

Solución eficiente: una acción **a** en **A** es eficiente si no hay ninguna acción **b** en **A** que domine a **a**. El concepto de eficiencia puede ilustrarse fácilmente con una gráfica (ver Figura 1). La alternativa **C** se desempeña mejor que la alternativa **B** en todos los aspectos y por lo tanto se prefiere a **C** que a **B**. Se puede decir lo mismo de **B** comparado con **A**. Por lo tanto sólo **C** y **D** son alternativas eficientes.

Se debe hacer notar que eficiencia no significa que necesariamente se debe preferir a todas las soluciones eficientes sobre las no eficientes; por ej. las alternativas **A** y **B** no eficientes son preferibles a la alternativa eficiente **D** si el segundo criterio recibiera gran prioridad comparado con el primer criterio.

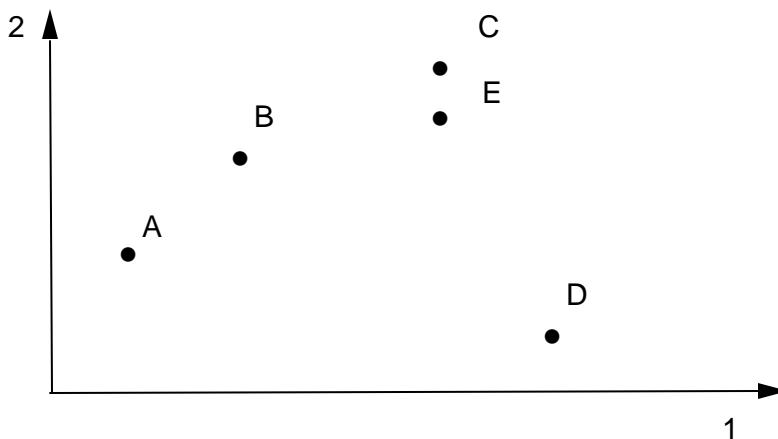


Figura 1. Eficiencia en un Caso bidimensional

El principio que establece que las soluciones ineficientes pueden ser ignoradas (a menudo presentado como una sencilla hipótesis técnica) puede provocar diferentes problemas:

- Se debe aceptar la suposición de que se han identificado todos los criterios relevantes. Si se omiten criterios relevantes, hay costos de oportunidad potenciales asociados con la suposición de que no hay problemas en ignorar alternativas dominadas.

- Se debe aceptar la suposición de que se debe identificar sólo una alternativa considerada como la mejor. Como se puede haber eliminado a la “segunda mejor” alternativa durante la selección técnica, en el caso en que se deba elegir más de una acción, la eliminación de la acción “ineficiente” puede resultar en una pérdida de oportunidad (debe notarse que si se saca a la mejor acción del conjunto de alternativas posibles, entonces la segunda mejor pasa a formar parte del conjunto no dominado).
- Por último, una acción dominada puede ser ligeramente peor que una acción eficiente. Si se usan umbrales de indiferencia y/o de preferencia, entonces ambas acciones pueden presentar una relación de indiferencia (por ej. C y E).

3. PROBLEMAS MULTICRITERIO DISCRETOS

El número de alternativas puede variar entre 1, cualquier número discreto e infinito. El problema con sólo una alternativa es esencialmente un sistema de elección 0-1, en el que se debe elegir entre el status quo y una nueva situación. Dada la complejidad de los problemas de toma de decisiones, no siempre es posible definir al conjunto A a priori. Puede suceder que la definición de A se elabore a medida que se desarrolla el procedimiento de ayuda en la toma de decisiones. También es posible distinguir entre los casos en donde A es

globalizado: cada elemento de A excluye a cualquier otro;

fragmentado: los resultados del procedimiento de decisión implican combinaciones de varios elementos de A (Vincke, 1992).

Se puede describir un problema multicriterio discreto de la siguiente manera: A es un conjunto finito de n acciones (o alternativas) viables; m es el número de diferentes puntos de vista o criterios de evaluación g_i $i = 1, 2, \dots, m$ es considerado relevante en un problema de decisión, donde $g_i: A \rightarrow \mathbb{R}$, " $i = 1, 2, \dots, m$ " es una función de valor real que representa el criterio g_i según una preferencia no decreciente, mientras que la acción a es evaluada como una mejor acción que la acción b ($a, b \in A$) según al punto de vista g_i si $g_i(a) > g_i(b)$.

De esta manera se puede representar un problema de decisión en forma de tabla o de matriz. Dados los conjuntos A (de alternativas) y G (de criterios de evaluación) y suponiendo la existencia de n alternativas y m criterios, es posible construir una matriz P $n \times m$ denominada matriz de evaluación o de impacto cuyo elemento típico p_{ij} ($i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n$) representa la evaluación de la alternativa j por medio del criterio i . La matriz de impacto puede incluir información cuantitativa, cualitativa, o ambos tipos de información. Un ejemplo de matriz de evaluación multicriterio está presentado en el cuadro 1 (con referencia al DIAFANIS).

Esta descripción general implica que los problemas de evaluación pueden llevar a diferentes tipos de resultados; por ejemplo, algunos métodos solamente apuntan a determinar un conjunto de soluciones alternativas aceptables, mientras que otros métodos apuntan a seleccionar una alternativa final. Por consiguiente hay una variedad de formulaciones de problemas multicriterio, que pueden tomar una de las siguientes formas (Roy, 1985):

(**a**) la meta es identificar una y sólo una alternativa final;

(**b**) la meta es asignar cada acción a una categoría predeterminada apropiada según en lo que uno quiera que se convierta después (por ejemplo, aceptación, rechazo o demora de información adicional);

(**g**) la meta es clasificar a todas las acciones viables según un orden previo total o parcial;

(**d**) la meta es describir alternativas relevantes y sus consecuencias.

Criterios	Propuestas de actuaciones							
	Comunicaciones	Ampliación Muntanyó	Ampliación Peüllá	Conservación	Institucional	Conservación 2	Connectivid	Estado cuestión
Rentabilidad económica (Millones de pesetas)	-14.396,07	294	114	-954	-1.099	-15.675	-15.789	0
Diversificación económica	MB	M	M	MOD.M	MOD.B	MB	MB	MOD.B
Beneficios administración (Millones de pesetas/año)	8.1-31	58.8-75	41.4-71.7	8.1-33	60.1-78	41.4-71.7	6.6-20	8.1-31
Oferta laboral (Número de puestos de trabajo)	9-11	162-197	83-101	41-49	179-217	130-157	49-57	0-1
Acceso servicios sociales	E	M	M	MB	MB	E	E	M
Consistencia actividades trad.	MMB	MM	MM	E	MM	MOD.M	E	MMB
Participación local	MMB	MM	MOD.M	MB	M	B	MB	MM
Calidad oferta laboral	MOD.B	M	M	MB	MMB	MOD.B	MB	MM
Distribución beneficios	B	M	M	B	M	B	B	B
Afectación especies significativas	MM	MM	M	MMB	MM	MOD.M	MB	MB
Figuras protección	MOD.M	M	MOD.M	B	M	MOD.M	MB	MB
Calidad paisajística	MOD.M	EM	MM	M	EM	MM	MOD.M	B
Afectación mosaico de usos	MOD.B	MM	M	B	M	MOD.B	MB	MB

E. Excelente, MB. Muy Buena, B. Buena, MOD.B. Moderadamente buena, MMB. Mas/Menos buena, MOD.M. Moderadamente mala, M. Mala, MM. Muy Mala, EM. Extremadamente mala

Cuadro 1. Ejemplo de matriz de evaluación multicriterio

4. ELECCIÓN DE UN PROCEDIMIENTO DE AGREGACIÓN DE LOS CRITERIOS: ALGUNOS MODELOS BASICOS

4.1 EL MODELO LEXICOGRÁFICO

Este es el modelo usado para poner en orden las palabras en un diccionario, la primer letra representa al primer criterio, la segunda letra al segundo criterio, y así sucesivamente. Para usar el modelo, el tomador de decisiones debe darle un orden absolutamente estricto a los criterios:

$$1 > 2 > \dots > i > \dots > m \quad (2)$$

donde g_1 sería el criterio más importante y g_m el menos importante. En el modelo lexicográfico, primero se clasifica a todas las acciones por medio del primer criterio, luego, si existen algunas acciones diferentes, éstas son exploradas más a fondo por medio del segundo criterio, y así sucesivamente. Se debe notar que este procedimiento es totalmente no compensatorio. Los órdenes lexicográficos por lo general dan lugar a una selección sencilla de la alternativa preferida. Sin embargo la mayoría de la información recogida en alternativas no desempeñará un papel en el proceso de elección. Por esa razón la importancia de los criterios depende del orden con que se toman en consideración (tanto que el primer criterio se suele llamar “el criterio dictador”). Desde el punto de vista social, un problema con el modelo lexicográfico es

exactamente esta necesidad de determinar *a priori* cuales valores tienen más importancia (ambiental, económico,...).

4.2 TEORÍA DE UTILIDAD MULTIATRIBUTO (TUMA)

Esta teoría está basada en las siguientes hipótesis: en cualquier problema de decisión existe una *función U de valor real* definida en el conjunto *A* de acciones viables, que el tomador de decisiones desea examinar de forma consciente o no. Esta función agrega los diferentes criterios tomados en consideración, de manera que se puede formular al problema como

$$\max U(g_i(a)) : a \in A \quad (3)$$

donde $U(g_i(a))$ es un valor o una función de utilidad que agrega los *m* criterios (por consiguiente se reemplaza un problema multicriterio con uno monocriterio). El rol del analista es determinar esta función. Las funciones más comunes son la forma *lineal* o *multiplicativa* (Bell et al., 1977; Keeney y Raiffa, 1976).

La suposición subyacente más importante de este enfoque es la identificación de la racionalidad humana con la consistencia. Simon (1983) nota que los seres humanos no tienen a su disposición ni los hechos ni la estructura consistente de valores ni la capacidad de razonamiento necesaria para aplicar los principios de la teoría de utilidad. Por ejemplo, la suposición de que el comportamiento humano es transitivo puede suscitar diversas paradojas, como la famosa de las tasas de café (Luce, 1956). Si T_i representa una tasa de café conteniendo *i* miligramos de azúcar, es obvio que nadie que compare las tasas de café va a notar una diferencia de un miligramo, pero por lo general mostrará una preferencia entre una tasa de café con mucha azúcar y otra sin azúcar. Esto contradice la transitividad de la relación de indiferencia (¡y una vez más surge la cuestión del umbral de indiferencia!)

Como el TUMA permite una total compensación entre todos los criterios, se define como un modelo totalmente compensatorio. Hay que notar que la completa compensabilidad implica que es siempre posible compensar cualquier destrozamiento ambiental con más éxito económico y viceversa. Por eso, modelos multicriterio que limiten la compensabilidad son deseables en el marco de las decisiones sociales.

4.3 MÉTODOS DE SUPERACIÓN

Este enfoque está basado en lo que Roy llama “*axioma fundamental de comparabilidad parcial*” (Roy, 1985); según este axioma, se pueden modelar las preferencias mediante cuatro relaciones binarias *I* (indiferencia), *P* (preferencia estricta), *Q* (gran preferencia), y *R* (incomparabilidad).

Para evitar dar un rol discriminativo a diferencias que casi no tienen importancia, se introducen umbrales de indiferencia y de preferencia.

Un criterio *g* es un “pseudocriterio” si existen dos funciones umbrales $q(g)$ (umbral de indiferencia) y $s(g)$ (umbral de supuesta preferencia) tal que si $g(a) \geq g(b)$. Se puede encontrar una representación gráfica de un pseudocriterio en la Figura 2. Este tipo de modelo puede presentar una falta grave de estabilidad. De hecho pueden imaginarse ejemplos en donde pequeñas variaciones de los puntajes conducen a importantes variaciones de pseudo-orden, y por consiguiente a diversas fórmulas contradictorias. Estas discontinuidades no deseables hacen que sea necesario un análisis de sensibilidad (o análisis de robustez) (Perny y Roy, 1992). Hay pero que notar que estos tipos de análisis son muy complicadas dado la naturaleza combinatoria del problema. Para simplificar este problema en el modelo NAIAD (Munda, 1995), se han introducido funciones continuas y monótonas de credibilidad de la indiferencia y de la preferencia.

El concepto de comparabilidad parcial es la base de los llamados “*métodos de superación*”. Estos están basados en la interpretación de que, por lo general, en los problemas multicriterio la relación de dominancia es mala porque está basada en un consenso de puntos de vista. Por consiguiente una acción *a* está jerárquicamente por encima de una acción *b* sólo si *a* es por lo

menos “tan buena” como **b** en todos los criterios considerados. El concepto detrás de los métodos de superación es que se puede enriquecer la relación de dominancia solamente si hay información realista disponible; de manera que hay una estructura formal entre la relación de dominancia que es demasiado débil y el preorden total de las funciones de utilidad.

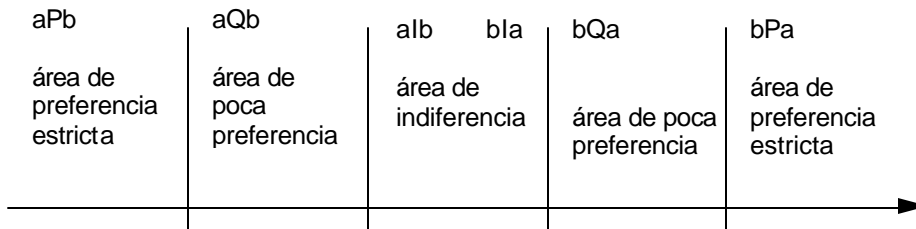


Figura 2. Estructura de un Pseudo-Criterio

En resumen, estos modelos consisten en agrupar los criterios en una relación parcialmente binaria aSb (relación de superación) basada en los índices de concordancia y discordancia, y luego en “explotar” esta relación. Cada uno de estos dos pasos puede ser tratado de varias maneras según la formulación del problema y el caso particular considerado.

A modo de ejemplo pensemos en un Parlamento. Puede considerarse a la coalición concordante como la suma de los votos de los miembros a favor de una opción dada. Según la norma de mayorías en las democracias, esta opción será aprobada si obtiene por lo menos un 50% de los votos. Según la tradición normativa de la filosofía política, todas las coaliciones, por más pequeñas que sean, deben tener alguna fracción del poder de decisión. Una medida de este poder es la capacidad de vetar algunos subconjuntos de resultados. Esto explica el uso de la condición de no discordancia. También debe notarse que en la coalición concordante la cantidad de criterios es contada, o sea, sólo se usa información ordinal. Al calcular el índice de discordancia, se considera la “intensidad” de dicha discordancia.

Una propiedad común de estos métodos es que son parcialmente no compensatorios. Para una amplia discusión del concepto de compensación ver (Bouyssou, 1986; Vansnick, 1986).

4.4 ENFOQUES DEL PUNTO IDEAL

Ackoff (1978) escribe: “un resultado que se desea en última instancia se llama un “ideal”. Si se formula un problema en términos de abordar una solución ideal, se minimizan los riesgos de pasar por alto consecuencias relevantes en la toma de decisiones. Buscar el ideal es la mejor manera de abrir y estimular la mente hacia la actividad creativa”. De forma breve, la filosofía subyacente en los métodos multicriterio basada en los conceptos del punto ideal puede sintetizarse como sigue (Yu, 1973, 1985; Zeleny, 1974, 1982). Los problemas multicriterio se caracterizan por discrepancias debido a la ausencia percibida de una alternativa prominente; por lo tanto la única manera de que desaparezcan las discrepancias es encontrar o inventar el punto ideal. La única manera de disminuir la intensidad de las discrepancias es encontrar o generar alternativas que estén lo más cerca posible al punto ideal. Coombs (1958) asume que hay un nivel ideal de atributos para los objetos de elección y que las ganancias del tomador de decisiones disminuyen de forma monótona a ambos lados del punto ideal. Señala que las probabilidades de elección dependen de si las alternativas comparadas están del mismo lado del ideal o del otro lado del mismo. Los procedimientos del punto ideal se caracterizan por el siguiente axioma de elección: *se prefieren aquellas alternativas que están más cerca del ideal a aquellas que están más lejos. Estar lo más cerca posible del ideal percibido es la lógica de la elección del ser humano.*

Un concepto similar a la alternativa ideal - su reflejo - lo anti-ideal puede definirse en cualquier conjunto limitado de forma apropiada de alternativas factibles. La pregunta es entonces, ¿los seres humanos buscan estar lo más cerca posible de este ideal o lo más lejos posible del anti-

ideal? Zeleny (1982) escribe: “nuestra respuesta a la pregunta es: ambas cosas. De hecho proponemos que el ser humano es capaz de cambiar de un régimen al otro según las circunstancias del proceso de decisión...Naturalmente, el equilibrio basado en lo ideal no es idéntico al equilibrio basado en lo anti-ideal. Este hecho puede ser usado para reducir aún más el conjunto de soluciones disponibles si se considera la interacción de ambos equilibrios.”

Uno de los enfoques tradicionales del punto ideal es calcular la “distancia” de cada acción con respecto al punto ideal y después clasificarlas de acuerdo a su proximidad del mismo. Un punto débil de este procedimiento es que la clasificación de las alternativas se ve afectada al cambiar el punto ideal, que es una acción artificial. Por el contrario, sería deseable que la clasificación fuese una función de las acciones reales.

4.5 MODELOS DE NIVELES DE ASPIRACIÓN

Los niveles (o metas) de aspiración expresan las ideas del tomador de decisiones acerca de los resultados deseados para la decisión con respecto a determinado nivel que se busca para cada criterio u objetivo. Hay un vínculo muy estrecho entre el concepto de nivel de aspiración y la teoría del comportamiento satisfactorio (Simon, 1983).

La forma en que se suele tratar a los niveles de aspiración es mediante la programación de metas (Spronk, 1981). Una ventaja de la programación de metas es que siempre proporciona una solución aún si ninguna de las metas es alcanzable, siempre que la región factible no esté vacía. Esto es posible mediante el uso de variables desviacionales, que muestra si se lograron las metas o no. En el segundo caso, miden la distancia entre los niveles logrados y los que se aspiran.

Un enfoque que puede verse como una generalización de la programación de metas y de las técnicas del punto ideal es el método de “las funciones escalares de logro” (Wierzbicki, 1982). La idea fundamental es construir una base matemática para satisfacer la toma de decisiones mediante la presentación de los deseos del tomador de decisiones como información básica a priori bajo la forma de niveles de aspiración (puntos de referencia). Esta técnica es muy deseable para la planificación de políticas públicas visto que obliga a expresar claramente las metas y las prioridades de una determinada administración.

5. LA EVALUACIÓN CUALITATIVA MULTICRITERIO

Como se sabe de la teoría de medición (Roberts, 1979; Vansnick, 1990), al estructurar un problema, dado un conjunto A y alguna información de este conjunto, hay una necesidad de expresar esta información mediante la asignación de un número real $m(a)$ a cada elemento $a \in A$. Este número real se llama la *medida de a* y la aplicación $m:A \rightarrow R$ se llama *escala de medida*. Las escalas fundamentales de medida son

- escala nominal
- escala ordinal
- escala de intervalo
- escala de razón.

Para hacerlo más sencillo, llamaremos *información cualitativa* a la información medida en una escala nominal u ordinal, e *información cuantitativa* a la información medida en un intervalo o en una escala de razón. En la teoría de evaluación multicriterio, se hace una clara distinción entre los métodos cuantitativos y cualitativos. Esencialmente hay dos enfoques para manejar la información cualitativa: uno directo y otro indirecto (Munda et al., 1994; Nijkamp et al., 1990). En el *enfoque directo*, la información cualitativa se usa directamente en un método de evaluación cualitativa; en el *enfoque indirecto*, la información cualitativa primero se transforma en información cardinal, y después se usa uno de los métodos cuantitativos existentes. La transformación en información cardinal es especialmente atractiva en el caso en que la información disponible sea “mixta” (cualitativa y cuantitativa). En este caso, la aplicación de un método directo implicaría por lo general que solamente se usa el contenido cualitativo de toda la

información disponible (cualitativa y cuantitativa), lo que provocaría un uso ineficiente del mismo. En el enfoque indirecto, se evita esta pérdida de información; la cuestión está en si hay fundamento suficiente para aplicar un cierto esquema de cardinalización. El método del valor esperado (Rietveld, 1984, 1989) y las técnicas de escala multidimensional (Kruskal, 1964; Keller y Wansbeek, 1983; Nijkamp, 1979) son dos ejemplos de cardinalización de una matriz de evaluación cualitativa.

Un ejemplo de un método multicriterio que puede usar información mixta es el llamado método REGIME; este método se basa en operaciones de comparación de dos alternativas. Desde este punto de vista tiene algo en común con los métodos de superación (Hinloopen y Nijkamp, 1990; Nijkamp et al., 1990).

Otro método interesante para manejar información mixta es el método EVAMIX (Voogd, 1983). El enfoque EVAMIX trata de la construcción de dos medidas: una trata únicamente los criterios ordinales y la otra los criterios cuantitativos. Haciendo varias suposiciones de estandarización y de agregación, se pueden definir varios métodos mediante los que se puede calcular un puntaje de evaluación para cada alternativa. Las suposiciones más importantes detrás del enfoque EVAMIX se refieren a la definición de las diversas funciones de estandarización (por lo menos se pueden distinguir tres técnicas diferentes). Otras suposiciones se refieren a los pesos para los criterios ordinales y cardinales, y por último a la relación aditiva de la medida de dominancia global. La estructura global del método EVAMIX se sintetiza en la Figura 3.

Un problema relacionado con todos los métodos multicriterio que tratan de tomar en cuenta a la información mixta, pero que es evidente fundamentalmente en el enfoque EVAMIX, es el problema de la equivalencia de los procedimientos usados para estandarizar las diferentes evaluaciones del comportamiento de las alternativas según criterios diferentes. Se han desarrollado técnicas matemáticas que tratan este problema en el llamado método NAIADE (Munda, 1995). No obstante, debe notarse que en NAIADE la información cualitativa se representa mediante conjuntos difusos y no mediante información ordinal.

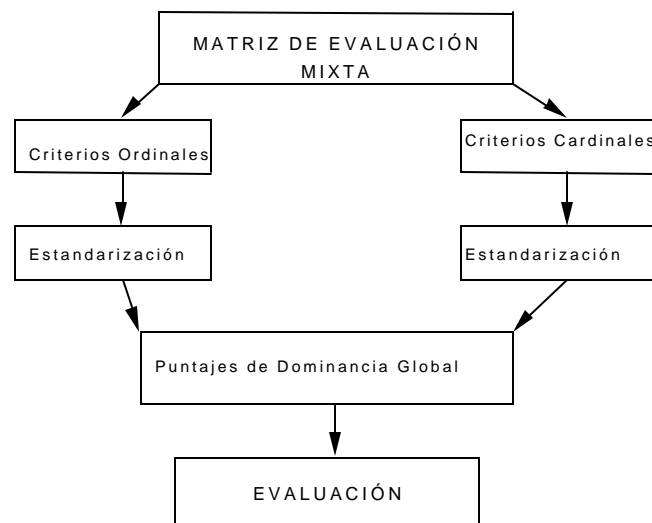


Figura 3. Esquema de EVAMIX

Otro marco de incertidumbre, llamado incertidumbre difusa, se focaliza en la ambigüedad de la información en el sentido en que la incertidumbre no concierne a la ocurrencia de un acontecimiento sino al acontecimiento en sí mismo, que no puede ser descrito claramente (Zadeh, 1965). Este tipo de situación es fácilmente identificable en sistemas complejos. Los sistemas

espaciales o del medio ambiente en particular son sistemas complejos caracterizados por la subjetividad, lo incompleto y la imprecisión (por ej., los procesos ecológicos son bastante inciertos y se conoce muy poco acerca de su sensibilidad a los factores de tensión como ser diversos tipos de contaminación). La teoría difusa es una teoría matemática que es útil para modelar situaciones de este tipo, o sea, busca describir - en términos de incertidumbre difusa - algunas de las indeterminaciones del sistema socio-ecológico en estudio.

Zadeh (1965) escribe: “ a medida que aumenta la complejidad de un sistema, nuestra capacidad de hacer una afirmación precisa y significativa de su comportamiento disminuye hasta que se llega a un umbral debajo del cual la precisión y la relevancia se convierten en características casi mutuamente excluyentes.” Por lo tanto en estas situaciones son comunes las afirmaciones como “la calidad del entorno es buena”, o “la tasa de desempleo es baja”.

Se desarrolló un nuevo método multicriterio en Munda (1995), llamado NAIADE (enfoque original sobre los entornos imprecisos de evaluación y decisión) basado en algunos aspectos del “axioma de comparabilidad parcial” de Roy. Es un método multicriterio discreto cuya matriz de impacto (o de evaluación) puede incluir medidas deterministas, estocásticas o difusas del comportamiento de una alternativa a_n con respecto a un criterio de cálculo g_m , por lo que es muy flexible en aplicaciones a la vida real. Desde un punto de vista empírico, este modelo es particularmente apropiado para modelos económicos-ecológicos que incorporan diversos grados de precisión en las variables tomadas en consideración (Munda et al., 1995). Esta propiedad se ha revelado muy útil para la agregación de indicadores desarrollados en el marco del análisis del ciclo de vida (ACV) de los productos. Un ejemplo de combinación de evaluación multicriterio con ACV se puede encontrar en Munda y Romo, 2001.

Como en la gestión del medio ambiente y de los recursos y en la política que busca un desarrollo ecológico sostenible surgen muchos temas e intereses opuestos, se le debe dar particular atención al problema de los diferentes valores y metas de los diferentes grupos en la sociedad.

En NAIADE se propuso el uso de procedimientos de análisis de conflictos a ser integrados con la evaluación multicriterio para que los encargados de hacer las políticas puedan buscar decisiones “defendibles” que reduzcan el grado de discrepancia (para llegar a cierto grado de consenso) o que puedan tener un mayor nivel de equidad en los diferentes grupos de ingresos. Comienza con una matriz que muestra los impactos de diferentes cursos de acción en cada grupo de ingreso/interés diferente, y se usa un procedimiento de agrupación difusa indicando los grupos cuyos intereses están más cerca en comparación a los demás. Para aclarar la utilidad del análisis de conflictos, voy resumir a continuación un aparte de uno estudio real, dentro de un proyecto europeo², donde estuve involucrado como uno de los investigadores principales. Al interno de este proyecto se desarrollaron cuatro casos de estudio, en los que se aplicaron metodologías de valoración diversas; el caso de estudio que aquí describo, se centró en una zona mediterránea del sur de Europa, más concretamente en Sicilia. Este estudio persiguió, básicamente, dos fines; primeramente, el proveer asistencia a las autoridades públicas de Troina (un pueblo de unos 10.000 habitantes en el centro de la isla) en caso de actuaciones sobre el recurso agua; y, en segundo lugar, el desarrollar y “testar” métodos que permitieran estructurar los procesos de toma de decisiones en materia ambiental, presentando, además posibles soluciones.

En este sentido, Sicilia presenta una serie de características claves para este tipo de análisis. La escasez de agua se ve acompañada de desigualdad en la distribución de ingresos, una fuerte identidad cultural y un desarrollo turístico y agrícola como más importantes y marcados sectores económicos. El problema de escasez de agua no es debido a condiciones climáticas o a un

² El proyecto “VALSE” ha sido financiado por la Comisión Europea, a través de su programa Medio Ambiente y Clima, (contrato no. ENV4-CT96-0226). Este proyecto incluyó equipos de investigación de Francia, Inglaterra, Italia y España, así como el Centro Común de Investigación de la Comisión Europea, situado en Ispra, Italia. Un resumen de este estudio se puede encontrar en De Marchi et al., 2000.

tipo específico de desarrollo, en sí el agua es, y ha sido, en Troina, causa de conflictos por los diferentes usos posibles, los cuales presentan claras consecuencias en términos de poder, riqueza y oportunidades económicas. Así, a través del análisis institucional, basado en documentación administrativa, legislativa e histórica, se identificaron los actores sociales más significativos, (figura 4), analizando tanto sus percepciones y posiciones, como las relaciones (de oposición o alianza) que puedan surgir entre ellos en relación a los posibles usos del agua.

Esta visión se vio mejorada a través de la observación de los actores y su dinámica interna, así como por los resultados obtenidos de las entrevistas realizadas (“in-depth interviews”) a actores considerados claves y la encuesta realizada a una muestra representativa de la población involucrada, conducida por investigadores locales, bajo la dirección del equipo investigador. Para a continuación, a través de un análisis de tipo multicriterial identificar diversas medidas monetarias y no monetarias con las que evaluar la calidad del agua, disponibilidad y sus posibilidades de uso.

Para evitar la modelización de índole tecnocrática, han sido aplicados diferentes métodos de investigación sociológica. La “observación de los participantes” se considero básica, incluyéndose en el estudio contribuciones de algunos miembros de la comunidad, conocedores de su dinámica interna. Las posibles bases de esta “perspectiva interna” fueron contrastadas con la información obtenida de algunas entrevistas realizadas a actores claves locales. Para finalizar fue realizada una encuesta a una muestra aleatoria de residentes, con el fin de explorar sus percepciones sobre la cuestión del agua en Troina. Este triangulación de métodos, considerado poderoso en la investigación sociológica, llega a serlo aún más cuando se integra en un estudio en el que se aplica un multicriterio a un problema de valoración del entorno. En este caso los resultados obtenidos por el investigador, (i.e. datos, los hallazgos e interpretaciones) son devueltos a la comunidad, que los usa como un input para el proceso de toma de decisiones.

Basado en el Análisis Institucional, así como a través de un proceso de retroalimentación en la generación de las diferentes opciones alternativas, se ha podido observar que los actores a tener en cuenta en el caso a estudio no son solamente los agentes directamente relacionados con la comunidad de Troina, sino que también se deben incluir grupos de interés ubicados fuera de Troina.

Este proceso de aprendizaje ha interesado de forma especial a la administración local de Troina, ya que le permitió ampliar sus miras y reconocer otros agentes involucrados en la problemática del agua, entendiendo, al mismo tiempo, la jerarquía de intereses que se encuentran detrás de la explotación de los recursos naturales locales. El proceso seguido puede ser sintetizado en la figura 4. El conjunto completo de actores considerados se presenta en la figura 5. La descripción que en el caso de estudio se lleva a cabo de las actitudes de los actores, sus percepciones y posiciones se ha derivado del análisis institucional histórico compaginado con las entrevistas realizadas y de las opiniones de la comunidad, obtenida a través de la encuesta realizada.

Aplicando NAIADE, se obtuvo un dendrograma en el que se refleja la formación de posibles coaliciones entre agentes involucrados en el proceso (figura 6). Tal gráfico muestra las posibilidades de convergencia de intereses entre los varios actores, basándose en la distancia entre sus convicciones políticas; siendo los valores que se reflejan en la parte izquierda los grados de credibilidad de esta convergencia. De este análisis se presenta que los intereses de los municipios de la provincia de Agrigento y de los municipios vecinos a Troina son básicamente los mismos. De la misma manera, el sector de la construcción y los granjeros no residentes en Troina, presentan comunes intereses. Así, el grupo compuesto por estos cuatro actores podría presentar algunas soluciones de compromiso. Todos los demás presentan un carácter mucho más individualista. Este hecho corrobora la suposición inicial de que la situación actual corresponde a una situación de fragmentación en la comunidad.

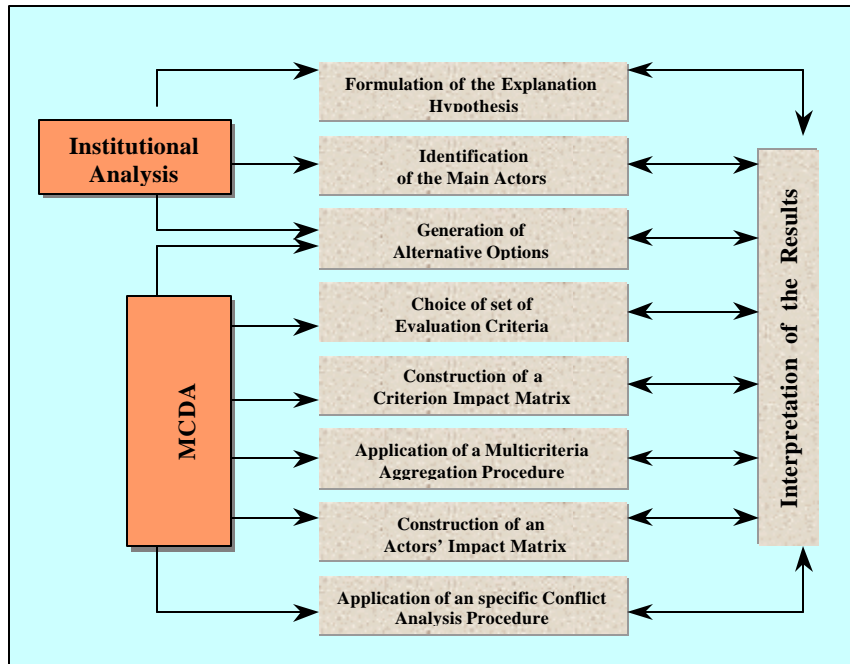


Figura 4. Proceso de evaluación en el caso de estudio de Troina

Actores Involucrados	Intereses que Emergen del Análisis
• ENEL	Compañía Eléctrica Italiana
• EAS	Compañía de Aguas Siciliana. Hasta hace unos años no cobraba por el agua, a raíz de que sus continuas pérdidas no son cubiertas por el Gobierno regional, se ha planteado cobrar a los agentes. Por lo que ha pasado de ser una institución encargada de la distribución de agua a una institución que gestiona un bien de mercado.
• Comune (municipio local)	Municipalidad: Su objetivo es ser autosuficiente en la gestión y aprovisionamiento de agua.
• Agricultores de Catania.	Solicitan unos mayores y más regulares suministros de agua.
• Oasi	Institución religiosa fundada en 1953, con más de 100 empleados. Posee un fuerte poder económico y social en la región.
• Grupos Ambientalistas	Preocupados por el mantenimiento y regeneración de los ecosistemas (forestal y acuático).
• Municipios Provincia de Agrigento	Podrían verse beneficiados del agua del lago Anticipa, para así paliar su secular escasez de agua
• Industria Construcción	Su interés radica en posibles obras de infraestructura de considerable tamaño, tales como presas o galerías
• Granjeros residentes en Troina	Pequeños propietarios interesados en la mejora de la estructura de regadío y de las infraestructuras de la zona en general.
• Granjeros no residentes en Troina	En posesión de la mayoría de las tierras de la zona, lo que implica su interés y presión en la mejora de las condiciones de regadío

Figura 5. Actores y Sus Intereses en el Caso Troina

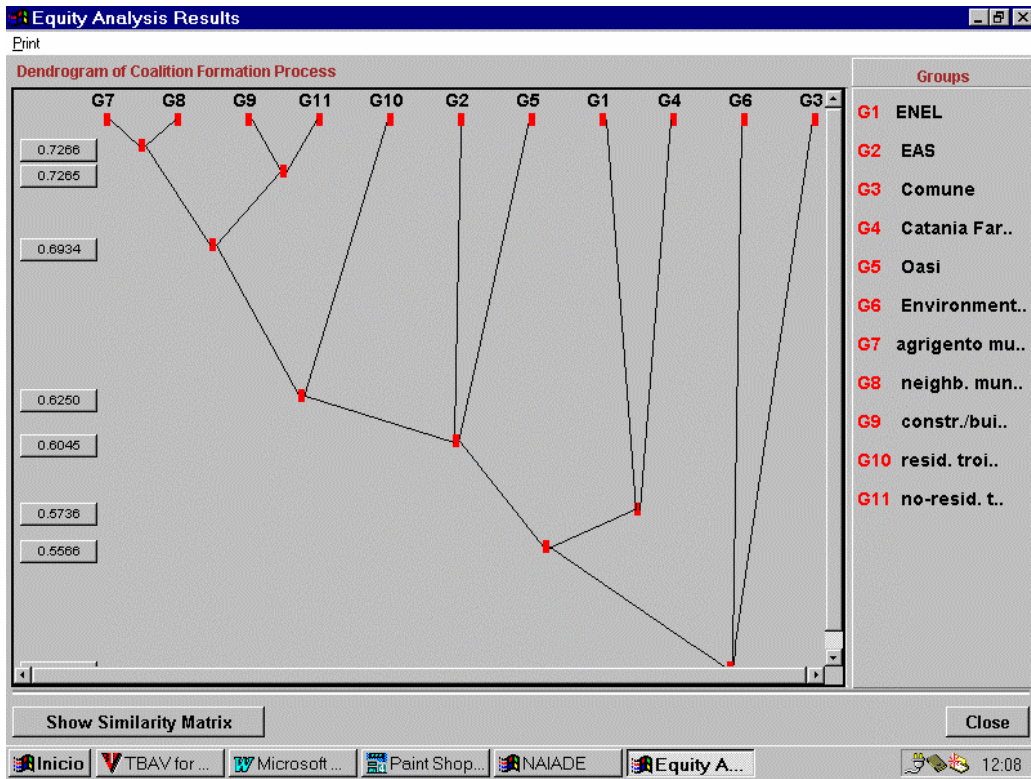


Figura 6. Dendrograma del proceso de formación de coaliciones.

6. CONCLUSIONES

Tradicionalmente los criterios de eficiencia fueron utilizados como los criterios fundamentales para evaluar el desarrollo económico, la mejora en el bienestar, las perspectivas de crecimiento y el valor social de planes. Durante las dos últimas décadas, quedó sobreentendido que el bienestar es una variable multidimensional. Esto implica que una evaluación sistemática de los planes o proyectos públicos debe estar basada en la distinción y en la medición de un conjunto amplio de criterios. Como consecuencia las técnicas de evaluación multicriterio son una herramienta apropiada para servir de modelo. No obstante, se debe recordar que los métodos multicriterio no son una panacea que pueden resolver todos los problemas, sino que tienen sus puntos débiles.

En la actualidad los problemas abiertos fundamentales y las direcciones relacionadas de investigación son los siguientes. ¿Es posible una axiomatización matemática completa de un enfoque multicriterio? ¿Cómo podemos evaluar las propiedades matemáticas y descriptivas de un método? Además, no es posible establecer a priori qué método resulta mejor para un problema empírico dado, sino que las condiciones en las que estos métodos se aplican mejor dependen del contexto. Por lo tanto el problema radica en elegir el método correcto para determinado problema. Esto hace que el enfoque sea más flexible pero también más confuso.

Es interesante notar que la filosofía analítica, las teorías de complejidad, la ciencia post-normal y las teorías recientes de racionalidad conducen mediante diferentes vías a un enfoque de los problemas de decisión que puede ser operacionalizado mediante un marco multicriterio que sea transparente, participativo y consistente.

REFERENCIAS

- ACKOFF, R. L. (1978) - The art of problem solving (Wiley, New York)
- ARROW, K. J.; RAYNAUD, H. (1986) - Social choice and multicriterion decision making (M.I.T. Press, Cambridge)
- BANA E COSTA, C. A. (ed.) (1990) - Readings in multiple criteria decision aid (Springer-Verlag, Berlin)
- BEINAT E. NIJKAMP P. (eds.) (1998) - Multicriteria evaluation in land-use management: methodologies and case studies, Kluwer, Dordrecht
- BELL, D. E.; KEENEY, R. L. and RAIFFA, H. (eds.) (1977) - Conflicting objectives in decision - (International series on applied systems analysis- J. Wiley and Sons, New York)
- BELL, D. E.; RAIFFA, H. and TVERSKY, A. (eds.) (1988) - Decision making: descriptive, normative and prescriptive interactions (Cambridge University Press)
- BOGETOFT, P.; PRUZAN, P. (1991) - Planning with multiple criteria (North-Holland, Amsterdam)
- BOUYSSOU, D. (1986) - Some remarks on the notion of compensation in MCDM, European Journal of Operational Research (26pp. 150-160)
- COOMBS, C. H. (1958) - On the use of inconsistency of preferences in psychological measurement, Journal of Experimental Psychology (vol. 55, pp. 1-7)
- DE MARCHI B., FUNTOWICZ S.O., LO CASCIO S., MUNDA G (2000) – Combining participative and institutional approaches with multicriteria evaluation. An empirical study for water issue in Troina, Sicily, Ecological Economics, vol. 34 No. 2, pp. 267-282.
- FUNTOWICZ, S. O.; RAVETZ, J. R. (1994) - The worth of a songbird: ecological economics as a post-normal science, Ecological Economics (10, pp. 197-207)
- HINLOOPEN, E.; NIJKAMP, P. (1990) - Qualitative multiple criteria choice analysis, the dominant regime method- Quality and quantity (24, pp. 37-56)
- KEENEY, R.; RAIFFA, H. (1976) - Decision with multiple objectives: preferences and value trade-offs (Wiley, New York)
- KELLER, W. J.; WANSBEEK, T. (1983) - Multivariate methods for quantitative and qualitative data, Journal of Econometrics (vol. 22, pp. 91-111)
- KRUSKAL, J. B. (1964) - Multidimensional scaling by optimizing goodness of fit to a nonmetric hypothesis, Psychometrika (vol. 29, pp. 1-27)
- KUHN, T. S. (1962) - The structure of scientific revolutions (University of Chicago Press, Chicago)
- LUCE, R. D. (1956) - Semiorders and a theory of utility discrimination, Econometrica (24, pp. 178-191)
- MARTÍ N. (2001) – Processos de decisió i instrumentalització de l'avaluació d'actuacions en el territori. Una proposta metodològica d'avaluació integrada a l'entorn del Parc Nacional d'Aiguestortes i estany de Sant Maurici: el cas de l'estudi DIAFANIS, Memoria de Recerca, UAB, Programa de Doctorat en Ciències Ambientals.
- MARTINEZ-ALIER, J.; MUNDA, G.; O'NEILL, J. (1998) - Weak comparability of values as a foundation for ecological economics, Ecological Economics, Vol. 26, pp. 277-286.
- MOULIN, H. (1988) - Axioms of co-operative decision making (Econometric Society Monographs, Cambridge University Press).
- MUNDA, G.; NIJKAMP, P. and RIETVELD, P. (1994) - Qualitative multicriteria evaluation for environmental management. Ecological Economics (10: 97-112)
- MUNDA, G.; NIJKAMP, P. and RIETVELD, P. (1995) - Qualitative multicriteria methods for fuzzy evaluation problems, European Journal of Operational research (N. 82, pp. 79-97)
- MUNDA, G. (1995) - Multicriteria evaluation in a fuzzy environment. Theory and applications in ecological economics (Physica-Verlag, Heidelberg)
- MUNDA G., ROMO M. (2001) - Combining Life Cycle Assessment And Multicriteria Evaluation to Compare Different Waste Management Options, in Spash C., McNally S. – Economic valuation and environmental toxicology, Edward Elgar, pp. 161-178

- NIJKAMP, P. (1979) - Multidimensional spatial data and decision analysis (Wiley, New York)
- NIJKAMP, P.; VOOGD, M. (1985) - An informal introduction to multicriteria evaluation, in Fandel G., Matarazzo B., Spronk J. (eds.)- Multiple criteria decision methods and applications (Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg, pp. 27-40)
- NIJKAMP, P.; RIETVELD, P. and VOOGD, H. (1990) - Multicriteria Evaluation in Physical Planning. (Amsterdam: North-Holland)
- O'NEILL, John (1993) - Ecology, Policy and Politics (Routledge, London)
- PERNY, P.; ROY, B. (1992) - The use of fuzzy outranking relations in preference modelling, Fuzzy Sets and Systems (49, pp. 33-53)
- RIETVELD, P. (1984) - The use of qualitative information in macro-economic policy analysis, in Despontin M., Nijkamp P. and Spronk J. (eds.) - Macro-economic planning with conflicting goals (Springer-Verlag, Berlin, pp. 263-280)
- RIETVELD, P. (1989) - Using ordinal information in decision making under uncertainty, Systems Analysis, Modeling, Simulation (vol. 6, pp. 659-672)
- ROBERTS, F. S. (1979) - Measurement theory with applications to decision making, utility and the social sciences (Addison-Wesley, London)
- ROY, B. (1985) - Méthodologie multicritere d' aide à la decision (Economica, Paris)
- SAATY, T. L. (1980) - The analytic hierarchy process (McGraw Hill, New York)
- SIMON, H. A. (1983) - Reason in Human Affairs (Stanford: Stanford University Press)
- SPRONK, J. (1981) - Interactive multiple goal programming for capital budgeting and financial planning (Martinus Nijhoff, Boston)
- VANSNICK, J. C. (1986) - On the problem of weights in multiple criteria decision making (the noncompensatory approach), European Journal of Operational Research (24 pp. 288-294)
- VANSNICK, J. C. (1990) - Measurement theory and decision aid- in Bana e Costa C.A. (ed.)- Readings in multiple criteria decision aid (Springer-Verlag, Berlin, pp. 81-100)
- VINCKE, Ph. (1992) - Multicriteria decision aid (Wiley, New York)
- VOOGD, H (1983) - Multicriteria evaluation for urban and regional planning (London:Pion)
- WIERZBICKI, A. P. (1982) - A mathematical basis for satisficing decision making, Mathematical Modelling (3, pp. 391-405)
- YU, P. L. (1973) - A class of solutions for group decision problems, Management Science (vol. 19, N. 8, pp. 936-946)
- YU, P. L. (1985) - Multi criteria decision making: concepts, techniques and extensions (Plenum Press, New York)
- ZADEH, L. A. (1965) - Fuzzy sets, Information and Control (8, pp. 338-353)
- ZELENY, M. (1974) - A concept of compromise solutions and the method of the displaced ideal, Computers and Operations Research (vol. 1, N. 4, pp. 479- 496)
- ZELENY, M. (1982) - Multiple criteria decision making (McGraw Hill, New York)