

## Apéndice F

### ANÁLISIS CRÍTICO DEL SISTEMA IDS

#### ÍNDICE

F.1. Introducción .....	1
F.2. Análisis del nuevo concepto y formulación del valor .....	4
F.2.1. La aportación del nuevo concepto de valor .....	4
F.2.2. Análisis de la formulación del valor propuesta .....	7
F.2.2.1. La función del valor .....	7
F.2.2.2. La formulación como integración de requerimientos .....	9
F.2.2.3. La medición de los parámetros de respuesta .....	21
F.2.2.4. Análisis de la propuesta en relación a las formulaciones utilizadas en la metodología del valor .....	23
F.3. Análisis del nuevo tratamiento del riesgo .....	24
F.3.1. Análisis de la propuesta de tratamiento de los riesgos especulativos .....	24
F.3.2. La formulación de los riesgos puros y su significado .....	26
F.4. La aportación del IDS respecto los diversos enfoques del problema de toma de decisión .....	29
F.4.1. Discusión de la propuesta a la luz de los criticismos y alternativas a la racionalidad neoclásica .....	29
F.4.1.1. Análisis del modelo con relación a la teoría de la utilidad .....	29
F.4.1.2. El tratamiento mediante matemática difusa como alternativa al enfoque probabilista .....	32
F.4.2. El sistema propuesto con relación a los desarrollos de transición .....	33
F.4.2.1. El IDS a la luz de los modelos descriptivos .....	33
F.4.2.2. Análisis del modelo con relación a las variantes simplificadas de la teoría de la utilidad .....	34
F.4.3. El modelo propuesto en un contexto posmodernista .....	35
F.4.3.1. La aportación del IDS al enfoque posmodernista .....	35
F.4.3.2. La integración del modelo en el contexto de las metodologías “soft” .....	38
F.4.4. Aportación e integrabilidad del modelo con los desarrollos paralelos del problema de la toma de decisión .....	40
F.5. Análisis de la aportación del modelo como desarrollo de los elementos del problema de toma de decisión .....	44

---

F.5.1. La aportación a la estructuración del problema .....	44
F.5.2. La aportación al tratamiento del problema .....	44
F.5.3. El proceso ACE frente a las aportaciones precedentes .....	45
F.6. Bibliografía .....	47

---

## F.1. INTRODUCCIÓN

En el capítulo 3 se ha propuesto un nuevo sistema de toma de decisión basado en una definición del concepto de valor y una estructuración matemática que contempla el tratamiento de la incertidumbre orientada a la aplicación del concepto como criterio de decisión. La articulación de ambos elementos se ha llevado a cabo mediante la propuesta de un proceso de toma de decisión según un enfoque integrador del problema.

Sin embargo, como todo intento de modelizar la realidad, la presente aportación implica una serie de limitaciones, lo cual se acentúa por las características del tipo de problema considerado (amplitud, intangibilidad, etc.). Por consiguiente, es importante identificar estas limitaciones para ser conscientes de ellas en la aplicación del modelo.

Por otro lado, de cara a enmarcar la propuesta en un marco histórico de desarrollo y sopesar su valor respecto a las propuestas anteriores, se plantea una discusión de la misma por medio de un análisis comparativo con relación al estado del conocimiento actual sobre esta cuestión.

Además, esta revisión servirá para justificar de forma teórica el diseño de la propuesta, dado que, como es lógico, muchos de sus elementos se basan en desarrollos precedentes de origen diverso.

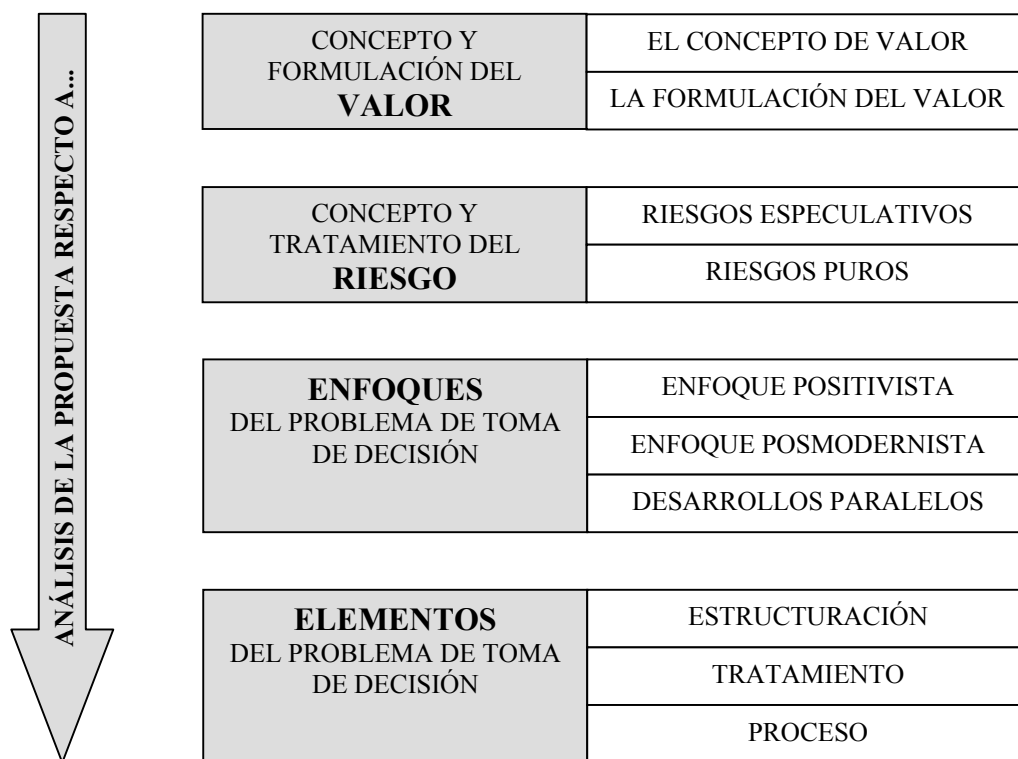
Con este triple fin se introduce este apéndice, cuyo objeto puede resumirse, por tanto, en los siguientes puntos,

- i) Justificar de forma teórica los diversos elementos de la presente aportación
- ii) Identificar las limitaciones del modelo propuesto
- iii) Sopesar el valor de la aportación en el ámbito de la teoría de toma de decisiones, analizando el avance que supone respecto a los desarrollos anteriores.

Para ello se realizará un análisis de los presupuestos y bases teóricas del modelo, haciendo hincapié en las dificultades que conlleva desde un punto de vista teórico-práctico, y se estudiará su integración en el contexto de la teoría de toma de decisiones. Se revisarán también las críticas y objeciones a los diversos enfoques descritas en los primeros capítulos y se analizará si la nueva aportación logra avanzar total o parcialmente en su superación. En

caso de no ser así, se identificará la objeción descrita como limitación remanente en el nuevo enfoque.

El esquema de desarrollo adoptado corresponde al utilizado en los capítulos relativos al estado del conocimiento, es decir, se analizará la propuesta a la luz de los dos principales enfoques del problema de la toma de decisión, de los desarrollos de transición entre ambos y de las aportaciones paralelas a ambos enfoques. También se discutirá el valor de la aportación respecto a los elementos del problema de toma de decisión y con relación a los conceptos de valor y riesgo y su tratamiento. En resumen, el flujo de razonamiento seguido en este capítulo será el siguiente,



**Figura F.1.** Proceso de análisis de la aportación planteado en el apéndice F

## F.2. ANÁLISIS DEL NUEVO CONCEPTO Y FORMULACIÓN DEL VALOR

### F.2.1. La aportación del nuevo concepto de valor

#### *Los requerimientos como generalización de las entradas del sistema*

Con el concepto de “requerimiento” se pretende englobar un conjunto de terminología suscitada entorno a lo que podría considerarse como una entrada del modelo sistémico diseñado. Comprende, por consiguiente, tanto el concepto de “objetivo” y “meta” (“goal”) de la teoría de la utilidad multiatributo (Keeney & Raiffa, 1976) como otros dos elementos importantes; los “condicionantes” y las “necesidades” (Tassinari, 1994).

De hecho, Keeney & Raiffa (1976) optan por utilizar únicamente el concepto de objetivo, aduciendo que son más relevantes que las metas para evaluar alternativas en problemas de toma de decisión estratégica. Tal vez cabe encontrar otra razón de esta elección en el carácter disyuntivo de las metas, que admiten únicamente dos niveles de consecución (éxito o fracaso) mientras que el término objetivo permite una mayor gradación y matización del resultado. En cualquier caso, en el sistema propuesto ambos conceptos son utilizables bajo el término general de "requerimientos".

#### *La respuesta a los requerimientos como generalización del concepto de "atributo"*

El concepto de "respuesta" intenta suponer una generalización del concepto de “atributo” de la teoría clásica de toma de decisiones, definido como “la medida de una variable de valor” (Keeney & Raiffa, 1976). Tal como lo plantean los citados autores, el concepto de “atributo” es un índice de medida de los objetivos, mientras que la palabra evoca el significado de adjetivo o característica de los mismos. Por tanto, se juzga conveniente sustituir el término por el de “respuesta”, dado que se considera que describe más fielmente el concepto que se quiere representar.

#### *El concepto de satisfacción frente al de preferencia y el carácter subjetivo del valor*

En la definición precedente se propone substituir el concepto “preferencia”, clásico en el contexto de la teoría de toma de decisiones (Keeney & Raiffa, 1976), por el de “satisfacción” (Simon, 1979). Las razones de esta substitución se discutirán a continuación.

En primer lugar, el término “preferencia” tiene ciertas connotaciones apriorísticas mientras que “satisfacción” denota más bien una actitud frente a un resultado. En cualquier caso, cabe reconocer que en un contexto claramente apriorístico como el de la toma de decisión, en cierto sentido ambos términos pueden considerarse sinónimos, entendiendo “satisfacción” en relación con algo futuro o posible.

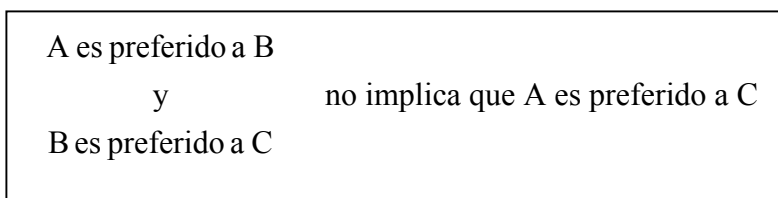
Por otro lado, la palabra “preferencia” tiene implícito en su misma definición un cariz o sentido relativo o comparativo, de manera que describiría el grado de preferencia de un conjunto de alternativas pero no su importancia en un contexto más amplio, por ejemplo el

aquí considerado de un proyecto de construcción. Sin embargo, el término “satisfacción” connota un marco más amplio, e implica una capacidad de medir esa trascendencia de la toma de decisión considerada. Siempre, lógicamente, con un cierto grado de relatividad, aunque más bien en la medida, y no en la definición.

Existe también otra diferencia importante entre ambos conceptos en lo referente a la vertiente negativa; la “satisfacción admite un valor negativo como “insatisfacción”, mientras que la preferencia es un concepto a medir en una escala de valores positivos, donde el mínimo correspondería al cero. Esta consideración será de vital importancia cuando más adelante se discuta la cuestión del signo del valor.

Desde otro punto de vista, el enfoque preferencial aporta una evaluación relativa de las diversas alternativas, lo cual imposibilita un intento de estimación del valor en una escala global para todo el proyecto, dirigido a sopesar el margen de valor implícito en una cierta toma de decisión.

Por otro lado, el concepto de preferencia encuentra además otra dificultad importante desde el punto de vista de la medición y agregación de los juicios u opiniones. Baste considerar la paradoja de Condorcet o de no transitividad de las preferencias (figura F.2.),



**Figura F.2.** Paradoja de Condorcet o de no transitividad de preferencias

A esta dependencia del orden del juicio puede añadirse el teorema de imposibilidad de Arrow (1951), según el cual no es posible un procedimiento que garantice el cumplimiento de las cuatro condiciones que, según este autor, debería cumplir un juicio de preferencia perfecto<sup>1</sup>.

Por otro lado, el concepto de preferencia puede dar pie en mayor medida a juicios interesados (incluso de forma inconsciente) para forzar la elección de cierta alternativa en el contexto del trabajo en equipo, lo cual es en cierto sentido más evitable mediante una estimación de la satisfacción, ya que implica una gradación inexistente en el concepto de preferencia.

<sup>1</sup> Las cuatro condiciones recogidas por Arrow (1951) son las siguientes:

- i) Transitividad de preferencia (figura F.2)
- ii) Si cada miembro del grupo prefiere una opción implica que el conjunto del grupo también la prefiere.
- iii) La elección del grupo entre dos opciones depende sólo de las preferencias de los miembros entre esas opciones y no respecto a cualquier otra opción
- iv) Inexistencia de imposición de la las preferencias de uno o varios miembros del grupo al resto.

Finalmente, de lo aquí analizado se desprende una característica clave de la definición propuesta; su carácter subjetivo. El valor no es, por tanto, una característica implícita de algo sino una percepción, y por tanto podrá hablarse de un valor para cada sujeto, en función de sus requerimientos particulares y según su forma de percibir la realidad.

### *El marco de referencia*

De algún modo, el concepto de “marco de referencia” tal como se plantea aquí, tiene relación con el término “scope” (alcance, perspectiva), frecuentemente citado en el ámbito de gestión de proyectos (PMI, 1996), ya que supone encuadrar la toma de decisión en unos ejes de referencia que permitirán la definición de su alcance. En cualquier caso, es un término nuevo que no suele aparecer en la literatura de toma de decisiones, por lo que puede considerarse otra clara aportación de la presente tesis.

### *Los planos de estudio*

Mediante el elemento de "nivel de estudio" se consigue una generalización de las diversas concepciones parciales del valor que se han dado a lo largo del desarrollo histórico del concepto. En este sentido, en la tabla F.1. se adjuntan algunas de las diversas concepciones del valor ya estudiadas en las que se puede observar el número de niveles que englobarían.

Nivel considerado	Concepto de valor	Autor
económico	Valor como coste	
calidad y económico	Valor como función (o calidad)-coste	Miles (1967)
calidad, económico, temporal	El triángulo del valor	Atkin (1991)

**Tabla F.1.** Ejemplos de diferentes concepciones del valor según los niveles considerados (extraído del desarrollo del capítulo 3)

## F.2.2. Análisis de la formulación del valor propuesta

### F.2.2.1. La función del valor

#### *La función del valor frente a la función de utilidad*

La función del valor aquí propuesta se diferencia de la función de utilidad clásica y de la función del valor propuesta por Keeney & Raiffa (1976) en varios puntos, que se analizarán seguidamente:

- Representa el concepto de “satisfacción” en vez el de “preferencia”.
- Su rango de variación comprende valores negativos  $(-1,1)$ , frente al  $(0,1)$  clásico.
- Puede ser creciente o decreciente, mientras que la función clásica sólo permite el primer caso.
- Impone únicamente inyectividad, frente a la biyectividad de la función clásica.

De las diferencias anteriores cabe destacar que, tal como se ha comentado, la función de utilidad describe el grado “deseabilidad” que el decisor muestra mediante el concepto de “preferencia” (Keeney & Raiffa, 1976), mientras que la nueva función del valor propuesta aborda esa “deseabilidad” desde el concepto de satisfacción.

Además, cabe observar la distinción apuntada en capítulos anteriores entre la función de valor y la función de utilidad en el contexto de la teoría clásica de toma de decisiones<sup>2</sup>. Según esta diferenciación, por tanto, la función de valor no sería sino un caso particular en ausencia de incertidumbre de la función de utilidad. En el contexto de esta tesis, sin embargo, no se considera tal distinción; la nueva función de valor propuesta contempla tanto el caso de incertidumbre como el relativo a condiciones deterministas.

Sin embargo, a pesar de estas diferencias, cabe identificar un estrecho paralelismo entre la función propuesta y su homóloga clásica, de manera que, por lo general, gran parte del tratamiento matemático propuesto entorno a la utilidad clásica (Keeney & Raiffa, 1976) sigue vigente con la nueva formulación.

---

<sup>2</sup> Según la distinción clásica, los posibles valores de los parámetros de respuesta  $x_i$  serían números discretos, mientras que en el caso más general de la función de utilidad, se tomaría en cuenta su función de distribución de probabilidad asociada. Por tanto, un valor de  $x_i$  aplicado a la función de valor sería un único número con probabilidad de ocurrencia 1, mientras que en la función de utilidad se tomaría como un rango de valores numéricos cada uno con una probabilidad asociada. Sin embargo, la diferencia esencial es que en el primer caso las variables se medirían por puntuación mientras que en el segundo serían parámetros cuantitativos medidos de forma objetiva (recuérdese lo dicho al respecto en el apéndice B) Tal como se ha comentado en capítulos anteriores, la razón de que se hiciese esta diferenciación terminológica fue evitar equívocos con el término de “utilidad” empleado por Von Neumann & Morgenstern (1947).

### *El sentido geométrico de la función del valor*

Respecto a la función de utilidad clásica, la función del valor propuesta implica que su sentido puede ser creciente, decreciente o constante. Por otro lado, permite una definición por tramos, lo cual no es posible en la función de utilidad clásica. Estas características son consecuencia de la introducción del concepto de satisfacción frente al de preferencia, que implica que la medida del valor deja de ser relativa, es decir, a un cierto  $x$  se le asocia un valor  $v(x)$  independientemente de su valor en otra  $x$  considerada.

### *El signo de la función del valor*

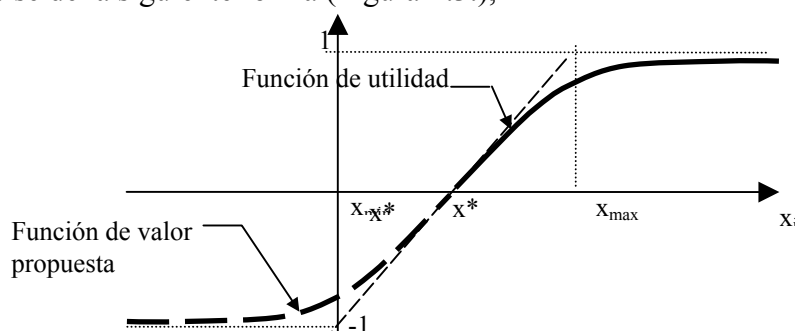
Según se ha apuntado anteriormente, la migración conceptual desde la “preferencia” de la teoría de la utilidad a la “satisfacción”, se refleja en diversos aspectos. Quizá uno de los más importantes es el que se abordará a continuación; el signo del valor

En un contexto de preferencia, no cabe ni tiene sentido un signo negativo referido al valor. Sin embargo, al considerar el valor como una medida de “satisfacción”, el signo negativo cobra un sentido esencial, dado que adquiere un significado de “insatisfacción”.

Aparte de lo ya comentado, la introducción del concepto de satisfacción en su vertiente negativa aporta una importante ventaja práctica; permite comparar alternativas tales que, en global o respecto a alguno de sus parámetros, no alcanzan el mínimo necesario como para considerar que aporten valor. Mediante la teoría clásica de la utilidad, los resultados de todas ellas sería cero, por lo que no sería posible categorizarlas.

Esta característica aporta una mayor finura de cálculo, dado que, en el caso de que ninguna de las alternativas aporte valor, puede escogerse la mejor. Por otro lado, si una alternativa no llega por poco al mínimo requerido pero queda cercana al cero, esto queda reflejado en que tendrá un valor negativo pequeño, sobre el que se podrá actuar para convertirla en viable. Sin embargo, mediante la utilización de la función de utilidad clásica, este aspecto pasaría desapercibido y la alternativa se descartaría quizá por inviable.

Podemos visualizar esta diferencia con un sencillo ejemplo. Consideremos el coste de construcción como uno de los requerimientos de un cierto proyecto. En este caso podría darse una situación en cual. La función de utilidad y la función de valor definida esta tesis podrían solaparse de la siguiente forma (Figura F.3.),



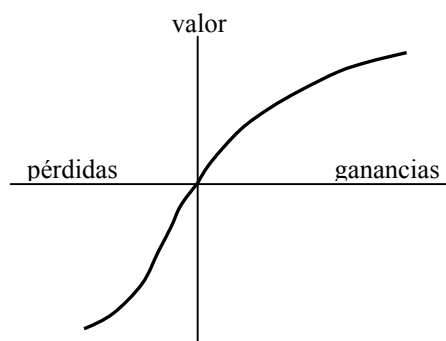
**Figura F.3.** Comparación entre las función clásica de utilidad y la función de valor



El valor del parámetro de respuesta definido en la figura adjunta como  $x^{\min}$ , indica el mínimo valor posible que puede adoptar. Puede definirse en una escala absoluta o en un cierto intervalo. En el caso del coste indicaría aquel coste tal que produjese la máxima satisfacción. Por otro lado,  $x^*$  corresponde a aquel valor a partir del cual se considera que se aporta o no valor y  $x^{\max}$  correspondería al máximo valor posible de variación del parámetro.

Por otro lado, la función de valor podría coincidir con la forma de la función de utilidad que se construiría en caso de aplicar la teoría clásica, con la diferencia de que esta última acabaría en el eje de las abscisas mientras que la función de valor se adentraría en valores negativos de las ordenadas, generalmente de una forma simétrica al comportamiento en valores positivos, aunque no necesariamente.

La introducción del signo negativo del valor no es nuevo en la literatura de la toma de decisión. De hecho, Kahnemann & Tversky (1979) modelizan una función de valor cóncava para valores negativos y convexa para valores positivos, de manera que adoptaría una forma semejante a la representada en la Figura F.4



**Figura F.4.** Forma de la función del valor según Kahnemann & Tversky (1979)

Sin embargo, la propuesta de dichos autores es meramente descriptiva y no pretende suponer una articulación práctica del concepto.

### **F.2.2.2. La formulación como integración de requerimientos**

#### *La agregación de los requerimientos*

Tal como se describe en el capítulo 3, una vez definida la medición de la satisfacción respecto los diversos requerimientos debe plantearse un modo de agregación matemática de dichas medidas, en orden a conseguir una cuantificación unitaria de la satisfacción. Según se observa, en el sistema propuesto se ha adoptado la agregación como media ponderada de las diversas funciones de valor de los distintos requerimientos, de manera que se obtendría una función de valor global.

Sin embargo, a pesar de su carácter intuitivo, nada hace pensar a priori que esta alternativa sea la única posible. Además, tampoco se ha hecho ningún planteamiento teórico que justifique que la función de valor integrada o agregada debe obtenerse a partir de las funciones de valor de los requerimientos y no directamente a partir de los parámetros de respuesta.

Obviamente, la solución no necesariamente es única, es decir, la media ponderada de las funciones de valor de los diversos requerimientos no tiene por qué ser el único modo de agregación posible. Por ello, cabe reconsiderar otras posibilidades de agregación y realizar un análisis comparativo con el fin de justificar la opción adoptada y abrir las puertas a otras posibilidades de cara a futuras líneas de investigación sobre la cuestión. Para esta discusión se plantean dos posibilidades:

a) La formulación directa a partir de parámetros

$$v = f(x_1, \dots, x_n) \quad (\text{F.1.})$$

b) La formulación a través de funciones de homogeneización

$$v = f(v_1(x_1), \dots, v_n(x_n)) \quad (\text{F.2.})$$

a) Formulación directa a partir de parámetros

En primer lugar se considera la opción milesiana<sup>3</sup> clásica de integrar la función o calidad ( $x_1$ ) y el coste ( $x_2$ ) mediante un cociente,

$$v = \frac{x_1}{x_2} \quad (\text{F.3.})$$

De hecho, a pesar de su carácter intuitivo, el planteamiento adolece de cierta falta de justificación teórica.

Por otro lado, la consideración de la posible existencia de otro tipo de variables lleva a pensar en la posibilidad de articular la definición de valor de un modo diferente, de manera que permita integrar tanto los costes como otros aspectos relacionados con los recursos como un requerimiento más, a la vez que contemple un análisis comparativo en los mismos términos con las prestaciones de calidad. Baste considerar, por ejemplo, cómo se articularía dicha formulación en caso de querer considerarse, además de la funcionalidad y el coste, otros aspectos como el tiempo de fabricación, la durabilidad, etc., los cuales serían otras variables diferentes ( $x_3, \dots, x_n$ ).

---

<sup>3</sup> Recuérdese la definición de valor clásica de Miles (1967), descrita en el apartado 2.3 de esta tesis.

Cabe añadir, asimismo, que en una toma de decisión donde no intervengan costes o bien sean despreciables, el planteamiento como cociente sería inconsistente desde el punto de vista aritmético, pues supondría dividir entre cero.

Por otro lado, no permite un análisis comparativo del rendimiento en costes y beneficios, ya que, en caso de asignar pesos y escalas normalizadas para ambos conceptos, como el caso del índice de valor (Shillito & De Marle, 1992) comentado en el apartado C.3, los porcentajes de calidad y coste no son comparables a pesar de variar ambos en una escala del 1 al 100, dado que no existe ningún mecanismo comparativo de ambos conceptos.

Dicho cociente, por tanto, únicamente serviría para un análisis comparativo de alternativas semejantes que hagan referencia al mismo contexto. Por otro lado, la escala del índice no estaría acotada y consecuentemente no permitiría una comparación entre diferentes tomas de decisión, lo cual imposibilitaría el cálculo del valor que está en juego en ella, es decir, su trascendencia.

Otra posibilidad es plantear una definición del valor como una suma o resta de parámetros correspondientes a calidad y coste,

$$v = x_1 - x_2; \quad v = x_1 + x_2 \quad (\text{F.4.})$$

Esta posibilidad se descarta rápidamente al considerar que dicha resta se llevaría a cabo con escalas y magnitudes diferentes, lo cual no es coherente. Si se realiza mediante números relativos como porcentajes, aparece idéntico problema al del caso anterior a la hora de juzgar la coherencia entre los parámetros, ya que no existe ningún mecanismo comparativo entre ellos. Únicamente sería planteable en el caso de un análisis económico del tipo coste-beneficio, ya que ambos parámetros se medirían en una escala unitaria y estándar, la económica, permitiendo así un balance correcto y con sentido.

#### b) La formulación mediante funciones de homogeneización

La consideración de la dificultad existente a la hora de comparar medidas de los parámetros para la obtención de un índice consistente y, lógicamente, adimensional, lleva a plantear la posibilidad de una homogeneización coherente de todos ellos, de manera que describa la preferencia en función de una cierta escala de variación. Con este propósito se introduce el concepto de “función de valor. Mediante esta función, se plantea precisamente la homogeneización de los parámetros en una escala común.

Esta aproximación deberá generalizarse en orden a contemplar un análisis más complejo correspondiente a la concepción universalmente aceptada del valor como un sistema interactivo y dinámico de factores que en la aproximación clásica milesiana quedan reducidos a dos (función y coste). Los mismos autores proponen una formulación de la preferencia del decisor con base en una estructuración que dependerá de las funciones de valor correspondientes a los diversos objetivos de la toma de decisión,

$$v = f(v_1(x_1), \dots, v_n(x_n)) \quad (\text{F.5.})$$

Este enfoque supone un claro avance en el razonamiento, y supera el planteamiento anteriormente citado, donde el valor dependía directamente de los diversos parámetros,

$$v = f(x_1, \dots, x_n) \quad (\text{F.6.})$$

Realmente, en el fondo subyace la misma idea con una estructuración diferente, ya que,

$$v = f_1(v_1(x_1), \dots, v_n(x_n)) = f_2(x_1, \dots, x_n) \quad (\text{F.7.})$$

si bien la aportación supone un paso importante hacia una posible estructuración formal del concepto.

Siguiendo la misma línea de razonamiento, el siguiente paso sería plantear qué tipo de relación establecer entre las distintas  $v_i(x_i)$ . Para ello, consideraremos las mismas posibilidades contempladas en el análisis anterior de la definición del valor a través de integración directa de parámetros (caso a).

De manera natural e intuitiva consideraremos, por tanto, las cuatro operaciones básicas; suma, resta, multiplicación y división para relacionar las diversas funciones de valor. Esta relación estará marcada por unos coeficientes que ponderarán las diversas funciones de valor respecto a su importancia relativa a los que denominaremos, siguiendo la tradición científica, “pesos”.

Por tanto, podemos escribir,

$$v = f(v_1(x_1), \dots, v_n(x_n), k_1, \dots, k_n) \quad (\text{F.8.})$$

Si se plantea una división entre los requerimientos a maximizar (estética, funcionalidad, facilidad de construcción, etc.) y los requerimientos a minimizar (costes, tiempo de ejecución, etc.), obtendríamos una versión más generalizada de lo que en definitiva es la definición milesiana clásica del valor (ver apartado 2.3) y se llegaría a una expresión del tipo,

$$v = \frac{\sum_{i=1}^n k_i \cdot v_i(x_i)}{\sum_{i=n+1}^m k_i \cdot v_i(x_i)} \quad (\text{F.9.})$$

donde, en coherencia con el razonamiento anterior, la numeración del 1 al n corresponde a los requerimientos a maximizar y del n+1 al m a los requerimientos a minimizar

Por otro lado, la división conllevaría, al igual que lo comentado en el caso del cálculo directo del valor a partir de parámetros, una escala infinita de posibles valores, lo cual induce a no tener una medida comparativa entre la trascendencia de distintas tomas de decisión. Para explicarlo, sirve el mismo ejemplo citado anteriormente de dos tomas de decisión de importancia muy diferente, cuyos resultados pudieran tener órdenes de magnitud similares o incluso la de menor importancia pudiese dar lugar a un índice mayor.

Lógicamente, también sirve la consideración acerca de la inconsistencia en caso de que el denominador no exista o sea despreciable, es decir, adaptándolo a este caso, una toma de decisión donde todos los requerimientos sean del tipo “a maximizar”.

Es interesante también observar que, en caso de existir únicamente dos requerimientos y uno de ellos de valor negativo por considerarse que no aporta valor sino que más bien lo sustrae, el resultado final sería necesariamente negativo, lo cual sería una incongruencia en caso de que el resultado respecto al otro requerimiento fuese muy satisfactorio,

$$si \quad v = \frac{k_1 \cdot v_1(x_1 = a)}{k_2 \cdot v_2(x_2 = b)} \quad y \quad v_2(x_2 = b) < 0 \Rightarrow \quad v < 0 \quad (F.10.)$$

Por otro lado, siguiendo el mismo ejemplo, en dos alternativas con un valor igual de  $x_1$  y con diferente valor de  $x_2$  y por tanto de  $v_2(x_2)$ , el resultado mayor correspondería a aquel en donde el requerimiento 2 ha quedado satisfecho en menor proporción, lo cual es, obviamente, una incoherencia considerable.

$$\left\{ \begin{array}{l} v^A = \frac{k_1 \cdot v_1(x_1 = a)}{k_2 \cdot v_2(x_2 = b)} \\ v^B = \frac{k_1 \cdot v_1(x_1 = a)}{k_2 \cdot v_2(x_2 = c)} \end{array} \right\} \quad y \quad v_2(x_2 = c) < v_2(x_2 = b) \Rightarrow \quad v^A < v^B \quad (F.11.)$$

De las anteriores consideraciones se concluye que la alternativa de establecer una función de valor mediante el cociente no parece la más adecuada para la obtención de una formulación según las características comentadas.

Desechado el cociente, cabría considerar un razonamiento análogo mediante el producto de ambos tipos de funciones,

$$v = \left[ \sum_{i=1}^n k_i \cdot v_i(x_i) \right] \cdot \left[ \sum_{i=n+1}^m k_i \cdot v_i(x_i) \right] \quad (F.12.)$$

De esta manera, queda eliminada la posibilidad de inconsistencia en caso de que los requerimientos sean de un solo tipo, y se evita el efecto del orden de magnitud similar en

tomas de decisión de diversa importancia. También se supera la paradoja que experimentaba el cociente según la cual una mayor satisfacción de requerimientos podía conllevar un aumento del índice de valor.

Sin embargo, aparecen nuevos inconvenientes, como en el caso de que no haya ningún requerimiento de uno de los tipos, lo cual impondría un resultado final de valor cero. En cualquier caso, la multiplicación penaliza y distorsiona demasiado el resultado, de manera que una toma de decisión con un índice de satisfacción muy elevado donde se dé poca importancia ( $k_i$ ) a los requerimientos a minimizar llevaría a resultados pequeños de  $v$ , lo cual no es coherente, aunque sí serviría para comparar alternativas en un mismo punto de toma de decisión.

Por otro lado, por motivos de coherencia interna, tanto en el caso de la división como en el de la multiplicación los pesos deberían cumplir, respectivamente, las siguientes condiciones,

$$\frac{\sum_{i=1}^n k_i}{\sum_{i=n+1}^m k_i} = 1; \quad \left[ \sum_{i=1}^n k_i \right] \cdot \left[ \sum_{i=n+1}^m k_i \right] = 1 \quad (\text{F.13.})$$

Otra alternativa a considerar sería utilizar la resta entre ambos grupos de requerimientos para calcular, de alguna manera, los beneficios y los costes en un sentido más amplio del estrictamente económico.

En un primer análisis, podemos identificar parecidos inconvenientes al caso de la división. Efectivamente, vuelve a darse la paradoja de que, de la manera como se ha definido la función del valor de cada requerimiento, entre dos alternativas con igual beneficio y distinto coste, obtendría un mayor índice “ $v$ ” aquella que produjese una menor satisfacción en nivel de coste, lo cual es absurdo. Por otro lado, si ambos resultados de satisfacción son negativos, se produciría un efecto análogo. La expresión del valor tendría entonces la siguiente forma,

$$v = \left[ \sum_{i=1}^n k_i \cdot v_i(x_i) \right] - \left[ \sum_{i=n+1}^m k_i \cdot v_i(x_i) \right] \quad (\text{F.14.})$$

y consecuentemente los pesos deberían cumplir la siguiente condición,

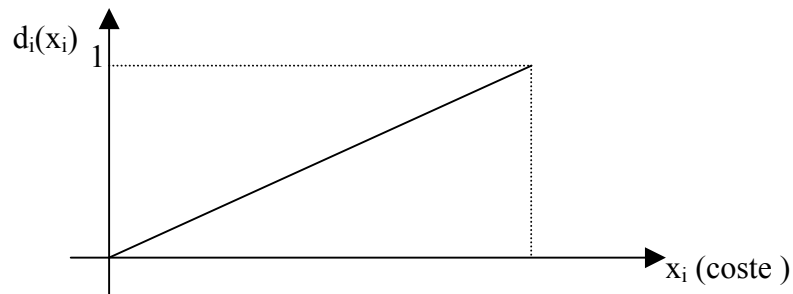
$$\sum_{i=1}^n k_i = \sum_{i=n+1}^m k_i \quad (\text{F.15.})$$

En definitiva, de este estudio se deduce que únicamente tendría una cierta viabilidad teórica la estructuración mediante el producto. El caso de la división y la resta quedarían relegados al caso de la definición del valor directamente mediante parámetros de respuesta y sin mediación, por lo tanto, de funciones de valor.

Dado que tanto la resta como la división implican que el número restado o el dividendo produzcan necesariamente un efecto reductor en el resultado, sería planteable la introducción de un tipo de función al que se denominaría de “insatisfacción” y que sería lógicamente la contraria a la satisfacción. Este artificio aportaría consistencia teórica a la articulación de la definición del valor, si bien a costa de una considerable complejidad, por lo que en principio se desestima, sin cerrar la puerta a futuras investigaciones al respecto. En este último caso, la definición del valor se estructuraría de la forma siguiente,

$$v = \frac{\sum_{i=1}^n k_i \cdot v_i(x_i)}{\sum_{i=n+1}^m k_i \cdot d_i(x_i)} \quad ; \quad v = \left[ \sum_{i=1}^n k_i \cdot v_i(x_i) \right] - \left[ \sum_{i=n+1}^m k_i \cdot d_i(x_i) \right] \quad (\text{F.16.})$$

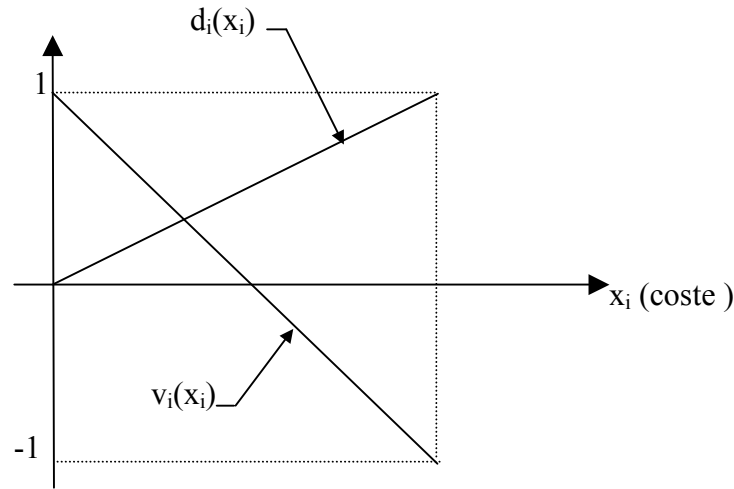
donde  $d_i(x_i)$  sería esa hipotética función a la que podría denominarse función de “devalor”, que mediría el grado de insatisfacción respecto a un cierto requerimiento, un ejemplo de la cual sería la figura adjunta,



**Figura F.5.** Función de “devalor” o insatisfacción

Esta aproximación tiene un problema; la función de valor permite valores negativos, que tendrían un significado precisamente de sustracción de valor o insatisfacción, con lo cual existirían dos funciones para el mismo concepto. En cualquier caso, esta objeción puede subsanarse en parte imponiendo que la función del valor sólo admita valores positivos.

Por otro lado, según muestra la figura F.6, no es posible establecer una simetría entre la  $v(x)$  y la  $d(x)$ , ya que no tiene sentido que esta última adopte valores negativos ni mayores que uno.



**Figura F.6.** Comparación entre las funciones de valor y “devalor” respecto a un requerimiento a minimizar

Desechadas estas consideraciones, únicamente restaría analizar el caso de la suma, que por otro lado es el modo que intuitivamente parece más natural, ya que corresponde a la idea de media ponderada, universalmente conocida.

$$v = \left[ \sum_{i=1}^n k_i \cdot v_i(x_i) \right] + \left[ \sum_{i=n+1}^m k_i \cdot v_i(x_i) \right] = \sum_{i=1}^m k_i \cdot v_i(x_i) \quad (\text{F.17.})$$

Por otro lado, nada parece justificar una relación entre ambos tipos de requerimientos de carácter logarítmico o potencial, y su planteamiento sería demasiado artificioso. Sin embargo, ello no implica que las funciones de valor no puedan adoptar expresiones de este tipo (Keeney & Raiffa, 1993), mas no en una relación entre ellas.

En cualquier caso, y dado que es imposible abarcar en una investigación todas las modelizaciones posibles, se relega esta discusión para posteriores líneas de trabajo, en las que podrían explorarse la potencialidad y adecuación de expresiones del tipo,

$$v = \sum_{i=1}^n v_i(x_i)^{k_i} \quad (\text{F.18.})$$

En cualquier caso, esta elección de la forma aditiva de integración, parece estar acorde con la tradición del estudio de la toma de decisión (Keeney & Raiffa, 1976), según la cual, en condiciones de independencia de utilidad, las diversas formas consideradas de función de utilidad; multiplicativa, aditiva y multilinear quedan reducidas a la expresión propuesta de la suma ponderada.



De hecho, la expresión de la suma ponderada parece es la más universalmente adoptada para el tratamiento de diversos factores o parámetros, de manera que puede hablarse de la existencia de cierto consenso. Sin embargo, debe reconocerse que existen otras opiniones, como la planteada por Goodacre et al (1981), los cuales proponen varias alternativas a la formulación de la suma ponderada mediante:

- el porcentaje de variables que alcanzan el máximo valor (en la puntuación de los diversos criterios considerados)
- el mínimo valor de las variables
- la diferencia mínima entre el valor alcanzado y el máximo
- el número de variables que alcanzan el máximo valor

Sin embargo, aunque de interés, las citadas alternativas son algo artificiosas, por lo que presentarían problemas en la implementación práctica. Por otro lado, no parecen justificadas las ventajas que aportarían respecto a la media ponderada.

Finalmente, y como colofón al razonamiento, para acabar de apuntalar la justificación de la elección de la media ponderada, cabe considerar la demostración matemática adjunta en el apéndice E (apartado E.5) según la cual se demuestra que en las condiciones matemáticas definidas por la representación adoptada en términos difusos, la suma ponderada es la única relación que satisface las condiciones impuestas a la formulación.

#### *La integración de requerimientos frente a la jerarquización de objetivos*

Keeney & Raiffa (1976) plantean una estructuración similar a la del árbol de requerimientos propuesto en esta tesis, integrada en el concepto de “jerarquización de objetivos”, entendido como una estructura analítica de trabajo en el desarrollo de la toma de decisión, mediante un árbol abstracto de ordenación de estos objetivos, cuyas ramas serían las  $n$  componentes de la función de utilidad multiatributo.

Sin embargo, de hecho, los citados autores apenas dedican unas líneas a esta cuestión, y la estructuración del árbol que proponen no tiene un paralelismo claro con la formulación que plantean.

En esta tesis, en cambio, se considera este aspecto de capital importancia, dado que se explotará como vía para dotar al modelo de la generalidad y flexibilidad buscada.

Por otro lado, el concepto de “desplegabilidad” pretende constituir una alternativa a la estructuración planteada por la “jerarquización de objetivos” anteriormente citada (Keeney & Raiffa, 1976). De hecho, se plantea algo más que un simple agrupamiento de los requerimientos (a los que los citados autores denominan “objetivos”) según su importancia estimada. De hecho, el árbol de requerimientos y la formulación empleada están totalmente integrados a través de la formulación flexible introducida en el capítulo 3.

Finalmente, y a modo de corolario, es interesante observar que si consideramos únicamente los dos niveles de despliegue anejos a lo que se ha definido como el nivel de desarrollo deseado, obtenemos la formulación clásica de la teoría de la utilidad multiatributo, con las condiciones anteriormente indicadas de independencia preferencial y suma unitaria de los pesos. Este fenómeno indica que la nueva formulación y el nuevo enfoque pretenden ser una generalización de la citada teoría.

#### *La independencia en satisfacción derivada del concepto de despleabilidad*

Según se ha comentado, la integración de las funciones del valor de los diversos requerimientos parte del concepto de independencia preferencial de la teoría de la utilidad multiatributo (Keeney & Raiffa, 1976) para la justificación teórica de la forma aditiva simple propuesta por los citados autores (ver apéndice B)

Consecuentemente, en aras al rigor metodológico, hay que considerar la incidencia de la sustitución que se propone del concepto de “preferencia” por el de “satisfacción” en la independencia de requerimientos y si realmente esta se da para poder considerar la forma aditiva simplificada.

En primer lugar, si revisamos la comparación realizada anteriormente entre ambos conceptos, puede concluirse que la exportación de todas las consideraciones respecto al término “preferencia” son perfectamente aplicables al de “satisfacción”, de manera que podría hablarse en este caso de una “independencia en satisfacción” como concepto análogo a la independencia preferencial clásica, planteada en términos de satisfacción en vez de preferencia.

Partiendo de este concepto de “independencia en satisfacción” cabría analizar si las hipótesis de partida aseguran esta condición, lo cual permitiría la justificación de la forma aditiva simple mediante el teorema formulado por Keeney & Raiffa (1976) y descrito en el capítulo anterior, ya que la formulación introducida satisface el resto de hipótesis de este teorema.

La demostración de ello radica en que si se analiza el concepto de despleabilidad anteriormente definido, cabe identificar un desarrollo de tipo arbóreo que asegura la independencia entre los requerimientos integrados en las ramas del “árbol de valor” considerado. De hecho, es precisamente la estructura arbórea la que marca la independencia entre los requerimientos en sentido horizontal, con lo que se asegura la independencia en sentido vertical.

Para glosar esta idea con un ejemplo, baste considerar una toma de decisión en el marco de un proyecto constructivo. Los requerimientos empezarán a desarrollarse a partir de unos de carácter general o primario, en ciertos niveles como el de costes, plazos o calidades, por citar los más frecuentemente considerados. Al desarrollar el árbol, se obtendrán relaciones entre estos tres tipos de requerimientos cuya relación vendrá marcada por el grado de desarrollo del proyecto. Así, por ejemplo, los costes de construcción

(requerimiento primario), darán lugar a costes de licencias, maquinaria, suministros, mano de obra, etc., dependiendo del punto del ciclo de vida considerado. Idéntico razonamiento podría establecerse entre los otros dos tipos de variables.

Según se observa, este despliegue en costes marcará horizontalmente una dirección de relación y conservará la independencia vertical, de manera que cualquier tipo de requerimiento de coste (por ejemplo, el coste de cierta partida) será en teoría preferencialmente independiente del plazo de ejecución de cierta unidad de obra y de la satisfacción de las necesidades de uso del hipotético cliente respecto a cierto aspecto.

Desde un punto de vista intrínseco, esta independencia no es tal, dado que el plazo condicionará el cuidado de los trabajos y, por tanto, la calidad obtenida. Sin embargo, hay que dejar claro que la independencia definida por Keeney & Raiffa es de carácter preferencial, no absoluto. Por tanto, considerar plazo y calidad como requerimientos independientes no supone negar que una reducción en el plazo supondrá en algunos casos una merma de calidad, sino considerar que la preferencia respecto a la duración de los trabajos de construcción no depende del nivel de calidad alcanzado; el hipotético cliente juzgaría ambos resultados separadamente y sopesaría su preferencia con base en ambos.

Finalmente, cabe destacar que esta concepción de la medida del valor como respuesta a los requerimientos de la toma de decisión impone que el sumatorio de los pesos siempre sea la unidad, dado que estos representan la importancia relativa de los requerimientos que definen el valor. Por tanto, según la forma aditiva propuesta por Keeney & Raiffa, (1976), la función de valor siempre tendrá la forma aditiva simple, ya que el sumatorio de pesos igual a la unidad impondrá invariablemente la condición de  $k=0$ .

Por consiguiente, la forma matemática propuesta para la integración de requerimientos (ver capítulo 3) queda justificada desde el punto de vista teórico.

#### *Análisis del teórico-práctico del método propuesto para el cálculo de los pesos*

El proceso de estimación de los pesos es tal vez uno de los puntos más controvertidos de la formulación multicriterio de Keeney & Raiffa (1976).

Keeney & Raiffa (1976), proponen un sistema de ecuaciones con  $n-1$  de las igualdades anteriormente descritos y el sumatorio de los pesos igualado a la unidad, e introducir desde allí un proceso de refinamiento iterativo planteando otros sistemas de ecuaciones con las  $m$  posibles comparaciones restantes.

Para ello, mediante un sencillo razonamiento que no se desglosa aquí por no considerar que no aporta valor conceptual, puede deducirse el número  $m$  de las posibles relaciones  $k_i/k_j$  restantes,

$$m = \frac{1}{2} \cdot n^2 - \frac{3}{2} \cdot n + 1 \quad (\text{F.19.})$$

mientras que el número total de relaciones con base en las cuales plantear estos sistemas de ecuaciones es,

$$n^* = \frac{1}{2} \cdot n(n-1) \quad (\text{F.20.})$$

de lo que se deduce que en una función de valor con  $n$  parámetros podrían obtenerse un número de sistemas de ecuaciones para determinar el valor de los pesos definido por la expresión,

$$\binom{n^*}{n-1} \quad (\text{F.21.})$$

lo que implicaría un número de ecuaciones ciertamente considerable. Aunque el método de cálculo de los pesos propuesto por estos autores parece haber alcanzado una considerable aceptación teórica, el hecho de que plantee un sistema de ecuaciones en el que existen más ecuaciones que incógnitas lleva, si no a sospechar de su validez teórica, sí al menos a cuestionar su operatividad.

Por tanto, para evitar la falta de sistematización que supone un proceso de estas características, donde la elección de ecuaciones para la resolución de los sistemas anteriormente citados es aleatoria y el proceso de refinado queda al arbitrio de la intuición, se opta por introducir la aplicación del método AHP de Saaty (1981). En este sentido, la aplicación del AHP combinada con el cálculo de los cocientes  $k_i/k_j$  según el modo descrito por Keeney & Raiffa (1976) constituye una herramienta de gran aplicación, pues marca un proceso de cálculo bien definido y, por tanto, informatizable.

Por otro lado, la aplicación del método AHP a los “requerimientos”, tal como han sido definidos aquí, no presenta ningún inconveniente de tipo teórico. El hecho de que los posibles valores de la matriz considerada no correspondan a una escala estandarizada del 1 al 9, tal como se ha planteado tradicionalmente la práctica de dicha metodología, no influye en su base de razonamiento matemático.

De hecho, la aplicación del método de Saaty (1981) se convierte en una sistematización y control del proceso de cálculo de los pesos, y le proporciona un mayor rigor teórico, de manera que evita el farragoso cálculo iterativo de los sistemas de ecuaciones a los que se hacía referencia anteriormente (Keeney & Raiffa, 1976), y permite medir de forma precisa la calidad o consistencia de la estimación. Por otro lado, permite asegurar la consistencia del juicio y evita que la obtención de los pesos quede al arbitrio o intuición del decisor.

Sin embargo, si bien se logra reflejar en el proceso de cálculo el hecho de que el peso dependerá del valor adoptado por el parámetro  $x$  considerado<sup>4</sup>, debe reconocerse que no se consigue aportar una formulación de los pesos,  $k(x)$ , donde se refleje con claridad este hecho para todo  $x$ .

Con relación al segundo aspecto, el enfoque de la utilidad multiatributo permite un único nivel de desarrollo en el árbol de decisión, sin tener en cuenta la relación existente entre criterios o la existencia de criterios de mayor o menor orden. Este aspecto queda solucionado con el nuevo modelo, que permite un despliegue tanto de los criterios de juicio como de los parámetros de medida, permitiendo una mayor flexibilidad y una mejor aproximación.

### F.2.2.3. La medición de los parámetros de respuesta

#### a) Parámetros cuantitativos

La aportación de la propuesta en este sentido se basa en que hace especial hincapié en que la escala de medida de los parámetros cuantitativos no ha de ser necesariamente económica, sino que puede integrar cualquier otro tipo de medición cuantitativa tal como tiempos, parámetros físicos, etc. En este sentido, tal vez una de las novedades más importantes de la propuesta es la posibilidad de integrar este tipo de parámetros con los de carácter cualitativo.

#### b) Parámetros cualitativos

Podría plantearse esta evaluación de dos maneras:

- *Evaluación relativa*: mediante votación o cualquier alternativa de tipo relativo, como la comparación por pares, el método AHP anteriormente comentado u otros tipos de indicadores numéricos semejantes
- *Evaluación absoluta*: mediante puntuación en una escala cualitativa predefinida.

Goodwin & Wright (1999) ponen de manifiesto al respecto que los métodos relativos ignoran gran parte de la información disponible acerca de las preferencias. En la tabla F.2 puede observarse la diferencia de resultados derivada de aplicar una evaluación de tipo relativo y absoluto.

---

<sup>4</sup> Recuérdese al respecto el concepto de “peso de fluctuación” (“swing weight”) de Watson & Buede (1987), ya comentado en capítulos anteriores (apartado 0.2.3.)

Alternativa	A		B		C		Escala	Total
	x	V(x)	x	V(x)	x	V(x)		
Variable							1-10	
Relativa (Comparación por pares)	1	0,1	3	0,3	2	0,2	1-3	6
Relativa (AHP)	0,2	0,2	0,5	0,5	0,3	0,3	0-1	1
Absoluta (Grado de satisfacción)	2	0,2	9	0,9	5	0,5	0-10	16

**Tabla F.2.** Ejemplo de comparación de una medición realizada con una escala absoluta y otra relativa

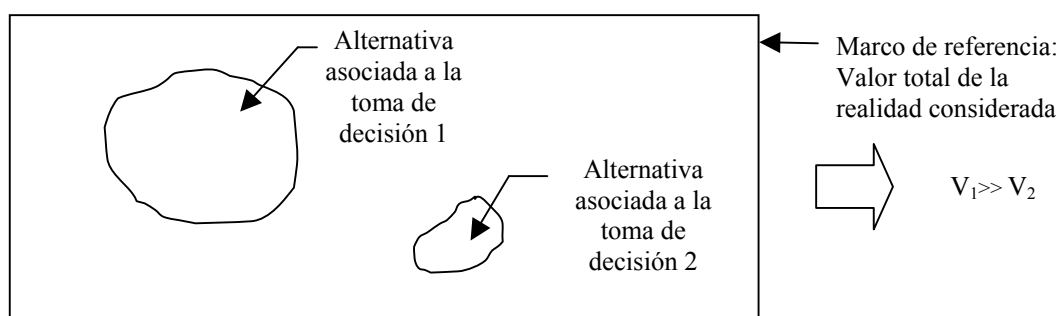
En definitiva, la diferencia sustancial radica en que la evaluación de cada alternativa en una escala de tipo absoluto es independiente del resto, mientras que las escalas relativas sólo son aplicables de modo comparativo, partiendo de un conjunto de alternativas.

Esta dependencia de las escalas relativas supone una limitación tanto desde el punto de vista práctico, ya que conlleva una reevaluación en caso de introducir una nueva alternativa, como desde un punto de vista teórico, dado que la información que facilita es en el fondo una preferencia relativa y no un grado de satisfacción medido con una escala independiente de la casuística analizada.

No se busca, por tanto, una formulación que permita obtener números de comparación relativa entre alternativas sino una medida coherente del grado de satisfacción implícito en la toma de decisión en la opción considerada. Una medida relativa proporcionaría una información muy limitada que no permitiría contextualizar el objeto de análisis en su marco de referencia. Según este razonamiento, el origen de coordenadas o punto de referencia buscado es el global del proyecto, pudiéndose adoptar ejes relativos pero sin perder su referencia.

Por tanto, según un enfoque relativo como el de la comparación por pares o AHP analizados anteriormente, se mediría en la misma escala una toma de decisión de tipo estratégico y otra de ingeniería de detalle, lo cual no es coherente dado que el valor abarcado por el primer tipo es mucho mayor, mientras que las alternativas referentes a unos y a otros serían evaluadas mediante números del mismo orden de magnitud.

Para visualizar esta idea, puede considerarse, según la figura F.7, en la que se representa la trascendencia de la toma de decisión por un área de extensión proporcional al valor en juego en ella en el marco global del proyecto.



**Figura F.7.** Visualización del valor como descriptor de la trascendencia de una toma de decisión

Según se observa en la figura, la trascendencia de la toma de decisión 1 es mucho mayor que la de tipo 2, lo que conlleva que el orden de magnitud del valor de una alternativa asociada sea mucho mayor que el de otra relativa a la toma de decisión 2. Para glosarlo con un ejemplo, baste considerar una toma de decisión de carácter estratégico y otra relacionada con la ejecución. Obviamente el valor de las alternativas asociadas a cada una tendrán un orden de magnitud muy diferente.

#### **F.2.2.4. Análisis de la propuesta con relación a las formulaciones utilizadas en la metodología del valor**

Como es evidente, la presente propuesta de formulación del concepto de valor supone un indudable paso adelante respecto los instrumentos de medida generados y/o utilizados en el contexto de la metodología del valor<sup>5</sup>. De hecho, algunos de ellos quedan reducidos a un caso particular y simplificado de la herramienta propuesta. Otros, por otro lado, pueden integrarse en la nueva formulación como mediciones de aspectos parciales. En cualquier caso, se desarrolla una discusión más extensa de este particular en el capítulo 5, específicamente dedicado a la metodología del valor, y en el apéndice L, al tratar los instrumentos de apoyo metodológico generados o utilizados en el contexto de esta técnica.

---

<sup>5</sup> Véase al respecto los apéndices C e I.

### F.3. ANÁLISIS DEL NUEVO TRATAMIENTO DEL RIESGO

#### F.3.1. Análisis de la propuesta de tratamiento de los riesgos especulativos

Tal como se apuntaba en el capítulo anterior, el tratamiento de los riesgos especulativos mediante matemática difusa propuesto en esta tesis supone una considerable novedad y una alternativa al tratamiento probabilista clásico. A continuación se pasará a exponer las ventajas que supone sobre este último, en lo que supondría un cambio de paradigma en este aspecto; desde el enfoque probabilista a una nueva perspectiva a la que podría denominarse “posibilista”<sup>6</sup> (Pender, 2001).

En primer lugar, la presente articulación permitirá aprovechar en mayor medida la información disponible, ya sea en forma de datos históricos o como estimaciones de hipotéticos miembros de un equipo de trabajo. Por otro lado, permitirá una estimación más flexible, de manera que podrá aportarse un rango de valores en vez de uno concreto, cuya fiabilidad sería menor. Además, esta posibilidad facilita la labor de los eventuales estimadores al permitirles un mayor margen o flexibilidad.

Para el mayor aprovechamiento de la información aportada, en vez de una simple reducción de dimensionalidad mediante un criterio como la media aritmética o el valor esperado (en caso de existencia de probabilidades asociadas), el tratamiento propuesto describe de forma más detallada la estimación<sup>7</sup>, ya que el conjunto difuso trapezoidal definido describe la dispersión de los resultados. Es decir, tendrá un significado análogo al de la desviación típica en el tratamiento estadístico, si bien con un carácter más general, dado que supone un modo distinto de articulación de la incertidumbre sin necesidad de disponer de las probabilidades asociadas a los resultados. Por tanto, el tratamiento difuso evita la pérdida de información acerca del grado de consenso o la precisión de la estimación que supone la aplicación de los criterios clásicos de agregación anteriormente citados.

Por tanto, según se desprende del apartado 3.4, el resultado de la agregación de los diversos resultados y de los requerimientos considerados será un nuevo número difuso, que servirá no sólo de descriptor del valor, sino también del grado de precisión en el conocimiento del mismo, reflejado en el consenso del grupo de trabajo o en la dispersión de los datos históricos disponibles.

Además, es preciso destacar que el tratamiento propuesto difiere del tradicionalmente utilizado en el ámbito de la matemática difusa en el sentido de que no considera la difusión en la pertenencia a clases o categorías verbales sino en el valor de la variable considerada. Esta idea puede visualizarse en la figura F.8 (recogida en la página siguiente).

---

<sup>6</sup> Recuérdese al respecto las reflexiones recogidas en el apartado 3.4.

<sup>7</sup> Recuérdese al respecto que el resultado de la aplicación de los criterios clásicos de agregación (como, por ejemplo, el del valor esperado), implican un resultado descrito por un solo número, por lo que la información que aportan sobre la estimación es más bien reducida comparada con la del conjunto difuso trapezoidal propuesto en esta tesis.



Finalmente, el tratamiento aquí propuesto está avalado por la opinión según la cual se juzga innecesaria la introducción del riesgo como probabilidad en el tipo de problemas a los que se aplica la teoría de la utilidad (Goodwin & Wright, 1999). Dichos autores recomiendan de hecho metodologías de carácter más blando, como la SMART, si bien identifican un gran valor del enfoque probabilista en su aplicación en problemas que implican un alto nivel de incertidumbre. Goodwin & Wright (1999) reconocen así mismo la utilidad del enfoque probabilista en caso de que el decisor esté familiarizado con el lenguaje probabilístico, y tenga, obviamente, el tiempo y paciencia necesaria. En estos casos, según los citados autores, la aplicación de esta metodología puede guiar a una comprensión muy valiosa del problema, siempre como indicador, sin seguir de forma automática sus resultados.

Esta característica permite, además de las ventajas recogidas anteriormente, una mayor precisión en la estimación del valor, por la mayor finura que conlleva operar mediante valores numéricos frente a las categorías verbales del enfoque clásico de la matemática difusa.

A su vez, este hecho no redundaba en una limitación en el tratamiento de la incertidumbre asociada a la estimación de variables difusas, ya que permite la integración de todo tipo de variables, también de las de tipo cualitativo.

En resumen, el presente tratamiento permite una mejor adaptación a las características de la gestión de proyectos y en general a un campo amplio de la gestión, a través del paradigma posibilista descritas por Pender (2001) y recogidas en el apartado 2.4. En concreto permite:

- i) Permite trabajar con estimaciones fruto de la planificación y la previsión, no de la aleatoriedad
- ii) Permite trabajar con finura sin depender de la existencia de probabilidades, cuya fiabilidad sería en muchos casos discutible.
- iii) Aporta un tratamiento para situaciones futuras desconocidas e inciertas
- iv) Supone una información más fácilmente asimilable que la de origen probabilístico
- v) Permite aprovechar mejor la información, sin perder parte de ella en el proceso de agregación.
- vi) Absorbe de modo más flexible la imprecisión del lenguaje y el resto de limitaciones relativas a la capacidad comunicativa y estimativa humana.

### F.3.2. La formulación de los riesgos puros y su significado

#### *Los elementos del riesgo puro*

En primer lugar, la definición de riesgo puro introducida mediante el modelo sistémico de la figura 3.26 supone un paso más respecto la concepción tradicional del riesgo puro como binomio probabilidad-severidad o sus recientes variantes<sup>8</sup>. La introducción del nuevo concepto engloba esta concepción tradicional en un enfoque más amplio y que describe con más finura la esencia del fenómeno.

En cualquier caso, se reconoce la posibilidad de discusión entorno a la terminología adoptada, motivada en gran parte por las sutilezas de la lengua castellana. En cualquier caso, se deja abierta la posibilidad de posteriores modificaciones terminológicas al respecto.

#### *El tratamiento matemático propuesto de los riesgos puros*

En este sentido, es interesante observar como el concepto integrado de valor supone un avance en la definición clásica del valor, la cual obvia totalmente el elemento riesgo. Cuando más, se integra como un atributo más de los que definirán el valor de una solución determinada. Este último enfoque es conceptualmente erróneo, ya que la seguridad o como quiera definirse el atributo que hace referencia a los riesgos, no es una característica más, independiente del resto, a juzgar mediante un análisis multivariante o similar, sino que se trata de un aspecto transversal, que potencialmente puede afectar tanto a los costes y a los plazos como a la durabilidad, estética, mantenimiento, eficiencia o cualquier otra característica que pueda plantearse como definitoria del valor de una determinada alternativa. Los riesgos pueden dar lugar, por tanto, a sobrecostes, retrasos, patologías, contaminación o daños humanos por citar sólo unos cuantos.

Esta es la idea que pretende expresar la formulación propuesta, definida como la diferencia entre el valor sin riesgo ( $v^*$ ) y el sumatorio de los impactos del total del número de riesgos ( $n$ ) que intervienen en la solución considerada, expresados por su severidad ( $s_i$ )<sup>9</sup>,

$$v = v^* - \sum_{i=1}^n p_i \cdot s_i \quad (\text{F.22.})$$

De este modo, el riesgo pasa a ser parte integrante del concepto de valor, como expresión de las posibles pérdidas del mismo.

<sup>8</sup> Cabe recordar al respecto las variantes citadas en el apéndice D: “probabilidad y magnitud” (Lochart & Roberds, 1996), “probabilidad y severidad que producen la magnitud del efecto” Tah & Carr (2000), etc. En definitiva, todas ellas rondan entorno a la misma idea.

<sup>9</sup> Recuérdese a este respecto que la severidad si se calcula de forma análoga al valor, de modo que posee un carácter integrado y transversal a los niveles de estudio propuestos.

Indudablemente el tratamiento propuesto para los riesgos puros supone una de las mayores aportaciones de esta tesis en lo relativo a la modelización matemática de estos aspectos. De hecho, en la literatura al respecto no se encuentran formulaciones similares de la severidad integradas de forma natural y coherente con el valor (o la utilidad en su caso). De hecho, el tratamiento y formulación matemática de los riesgos puros ha sido un aspecto más bien ignorado en la teoría clásica de toma de decisiones, donde el tratamiento del riesgo se ha restringido tradicionalmente a los riesgos especulativos mediante el uso de probabilidades o bien a la consideración del riesgo puro como un atributo más, según lo explicado anteriormente.

En cualquier caso, también deben reconocerse ciertas limitaciones al planteamiento de esta tesis a este respecto:

- En primer lugar, el cálculo propuesto entraña cierta complejidad teórica y un cierto esfuerzo práctico, que puede ser evitado desarrollando la metodología de forma cualitativa. En cualquier caso, el autor es consciente de los posibles problemas de implementación práctica en este sentido.
- Por otro lado, en lo relativo a las propiedades de ocurrencia de los riesgos sigue teniendo una pequeña dependencia del enfoque probabilista, lo cual entraña las dificultades de tipo práctica asociadas a la estimación de la probabilidad a las que se ha hecho continua referencia a lo largo de esta tesis.

En cualquier caso, estas dificultades pueden considerarse de segundo orden con relación a las ventajas del nuevo enfoque anteriormente comentadas.

#### *Una ulterior interpretación del significado de los riesgos puros; su sentido positivo.*

Según se ha visto, los riesgos puros pueden tratarse como posibles agentes o factores de influencia en el proyecto que harán variar los posibles resultados. En cualquier caso, dado que toda planificación ha de tener un carácter conservador, los factores de influencia a considerar serán, por lo general, riesgos puros, tales como posibles accidentes, acciones naturales, etc.

Sin embargo, a pesar de esta consideración práctica, desde un punto de vista teórico y en rigor, es importante clarificar que el riesgo no tiene por qué tener una connotación negativa (Lochart & Roberds, 1996). Según se ha comentado, el citado concepto engloba una vertiente de incertidumbre, aplicada a sucesos y resultados, lo cual no implica necesariamente una pérdida o daño, sino un efecto y un rango de posibles resultados. Baste considerar como ejemplo los casos tradicionalmente estudiados en el ámbito la teoría de juegos (Von Neumann & Morgenstern, 1947), donde se plantea una lotería, con pérdidas y ganancias, que bien podría estar causada por un factor externo, considerado en esta tesis como riesgo puro. En el ámbito de la construcción, podría citarse como ejemplo la consideración de un suceso que induzca una reducción de precios. De esto se deduce que

---

podría ampliarse el concepto de “riesgo puro” de manera que englobe factores de índole positivo.

Por otro lado, en el ámbito económico o de negocios, el concepto de riesgo tratado hasta ahora por la teoría clásica de toma de decisiones corresponde al primer tipo de los dos considerados; los riesgos especulativos. La integración del posible impacto de sucesos nocivos es, en cierta medida, un campo aún por explorar.

Además, el concepto de “riesgo puro” ha experimentado un desarrollo mayor en ámbitos de ingeniería y gestión de proyectos, dado que las características del entorno de la realización de los mismos se presta de manera más importante a la consideración de fenómenos como los de tipo natural. Por otro lado, es plausible un mayor hincapié en lo referente a la incertidumbre de ocurrencia, ya que las modelizaciones físicas dan pie a la consideración de un margen de incertidumbre despreciable en los resultados, al menos desde un punto de vista práctico<sup>10</sup>.

Por el contrario, en el ámbito económico o de negocios se ha prestado una atención mayor a la incertidumbre en los resultados, dado que los fenómenos económicos y empresariales presentan una mayor complejidad de modelización por su mayor amplitud y dificultad de medición. De ahí la incidencia en los riesgos especulativos.

Finalmente, cabe resaltar que la consideración y estudio de los riesgos ha de estar orientada a un enfoque proactivo, (Lochart & Roberds, 1996), de manera que lleve a diseñar una estrategia eficaz para su gestión. De hecho, los citados autores definen la gestión de riesgos como “la habilidad de evaluar el coste y el beneficio esperado de varias opciones mediante la identificación de sus riesgos”, y hacen hincapié en la importancia de cuantificarlos, en contraste con las tendencias de tipo cualitativo.

---

<sup>10</sup> Desde un punto de vista teórico cabría aludir al principio de indeterminación de Heisenberg (1958), o a las limitaciones propias de las modelizaciones físicas, fruto de las simplificaciones en las hipótesis de partida.

## **F.4. LA APORTACIÓN DEL IDS RESPECTO LOS DIVERSOS ENFOQUES DEL PROBLEMA DE TOMA DE DECISIÓN**

### **F.4.1. Discusión de la propuesta a la luz de los criticismos y alternativas a la racionalidad neoclásica**

#### **F.4.1.1. Análisis de la aportación con relación a la teoría de la utilidad**

Según lo descrito en capítulos anteriores, el modelo propuesto toma una parte de sus elementos del ámbito de la teoría de la utilidad. Sin embargo, a pesar del reconocimiento a su aportación, no se puede ser ajeno a las controversias generadas entorno a esta teoría clásica. Por ello, se analizarán las críticas y limitaciones identificadas en capítulos anteriores a raíz de esta teoría y sus derivados, en orden a identificar si han sido o no superadas, total o parcialmente, por el sistema propuesto.

En este sentido, según lo comentado anteriormente, la presente aportación pretende ir más allá del concepto clásico de utilidad, integrándolo en el de “valor”<sup>11</sup>, de manera que lo que se considera no es simplemente la variación del grado de preferencia respecto al valor numérico de un determinado parámetro sino un concepto que expresa el grado de satisfacción del ente considerado respecto a los requerimientos considerados.

#### *La medición de la utilidad*

Desde el punto de vista de las críticas a la teoría de la utilidad comentadas en capítulos anteriores, en primer lugar cabría analizar la incidencia en el nuevo modelo del problema de medir la utilidad, al que se ha hecho referencia en partes precedentes de esta tesis. Obviamente, a lo largo de este análisis equipararemos los conceptos de valor y utilidad en orden a establecer una base comparativa, salvando en todo caso las diferencias a las que se ha hecho alusión a lo largo de la descripción de la aportación.

En este sentido, el sistema propuesto supone en primer lugar una mayor facilidad de medición respecto al cálculo de la función de utilidad clásica. La razón de ello es que el concepto de satisfacción que subyace en la función del valor propuesta en esta tesis supone evitar el cálculo iterativo de los puntos de indiferencia en la función de utilidad clásica (véanse los apartados 2.2 y B.2). La sustitución del concepto de satisfacción por el de preferencia flexibiliza el proceso de cálculo, ya que supone fijar unos valores extremos de la función y aproximar entre ellos una función tipo (lineal, cuadrática, etc.), para describir la variación del grado de satisfacción. Por tanto, los puntos de indiferencia dejan de tener relevancia, ya que se derivan del concepto de preferencia.

Además, el modelo propuesto permite otra gran ventaja respecto a la función clásica de utilidad; la posibilidad de tratamiento cualitativo de cualquier variable. Tal como se ha

---

<sup>11</sup> En este caso se hace referencia al concepto de valor tal como se define en esta tesis, y no debe confundirse, por tanto, con el concepto clásico de valor asociado a la toma de decisión en condiciones deterministas (Keeney & Raiffa, 1976).

descrito en capítulos anteriores, toda variable, incluso las de carácter eminentemente cuantitativo como los costes, etc., puede tratarse de modo cualitativo mediante una puntuación, para agilizar así el proceso de estimación o bien por la dificultad o imposibilidad de abordarla de forma cuantitativa.

Recuérdese al respecto, que Von Winterfeldt & Edwards (1986) apuestan por la utilización de la función de valor (en el sentido clásico descrito en capítulos anteriores<sup>12</sup>) en caso de que las utilidades no pudiesen medirse de forma precisa. De hecho, el propio Raiffa (1982), a la sazón uno de los máximos exponentes del desarrollo de la teoría de la utilidad, aboga por no aplicar elementos probabilísticos en un contexto de certeza como el relativo a la utilización de la puntuación para estimar el valor de un cierto elemento, si bien deja constancia de su validez teórica calificándolo como “un error relativamente benigno en la práctica”

Por otro lado, la posibilidad de la función del valor de adoptar valores positivos o negativos según un determinado resultado aporte satisfacción o insatisfacción, permite una estimación más refinada de las alternativas. Baste pensar, por ejemplo, en un caso donde todas las alternativas consideradas en primera instancia sean insatisfactorias y se pretenda, sin embargo, escoger las mejores para un posterior proceso de refinamiento o mejora. Según el tratamiento clásico, es posible que a todas ellas se les asignase un valor cero mediante la correspondiente función de utilidad. Sin embargo, la función de valor planteada permite distinguir más claramente entre los diversos valores de las citadas alternativas, que en este caso adoptarán valores negativos.

Sin embargo, el peligro de falta de percepción de realidad apuntado por Tocher (1977) permanece, ya que esta descripción matemática de la variación del grado de satisfacción puede llegar a ser, en algunos casos, un tanto artificiosa por la intangibilidad o la fuerte componente cualitativa del parámetro considerado.

Por otro lado, los extremos que describen la forma de la función de valor no siempre serán fáciles de determinar, y en el caso de un contexto de trabajo en equipo, serán objeto frecuente de desacuerdo.

En resumen, la aportación de la propuesta en lo relativo a la medición de la utilidad puede sintetizarse en los siguientes puntos:

---

<sup>12</sup> Recuérdese la diferencia comentada en capítulos anteriores entre valor y utilidad empleada en la teoría de toma de decisiones (Keeney & Raiffa, 1976); el valor se utiliza para el caso de toma de decisión en caso determinista y está relacionada con un parámetro de tipo cualitativo (en los que se asume la imposibilidad de asociarles una probabilidad), mientras que la utilidad se emplea en caso de incertidumbre con parámetros cuantitativos a los que es posible asociarles una probabilidad.

Aportaciones	Limitaciones
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Flexibiliza y agiliza el proceso de construcción de la función de medida</li> <li>▪ Permite el tratamiento cualitativo de las variables</li> <li>▪ Permite una distinción más refinada entre alternativas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Artificiosidad</li> <li>▪ Dificultades en la estimación</li> </ul>

**Tabla F.3.** Resumen del análisis de la propuesta en lo relativo a la medición de la utilidad

### *La utilidad multiatributo*

Respecto a la teoría de la utilidad multiatributo, lo comentado en el apartado F.2 satisface las pretensiones de este análisis. En cualquier caso, cabe sintetizar los elementos discutidos anteriormente en la siguiente tabla:

Aportaciones	Limitaciones
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mayor sistematización y definición rigurosa del lenguaje</li> <li>▪ La jerarquización o estructuración de objetivos (requerimientos)</li> <li>▪ La obtención de los pesos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Complejidad y pesadez de cálculo</li> <li>▪ Falta de transparencia<sup>13</sup></li> <li>▪ Acumulación de desviaciones</li> </ul>

**Tabla F.4.** Resumen del análisis de la propuesta en lo relativo a la teoría de la utilidad multiatributo

Tal como se ha comentado en el apartado F.2, el nuevo enfoque IDS supone una mayor sistematización del lenguaje de la toma de decisión fruto de la definición rigurosa del valor propuesta. Además, el concepto de despleabilidad y el árbol de requerimientos intentan dar un paso adelante en la estructuración del problema respecto el enfoque de Keeney & Raiffa (1976). Finalmente, la integración del método AHP al modo de calcular los pesos propuesto por los citados autores supone así mismo un intento de avanzar en la sistematización del proceso.

Sin embargo, cabe reconocer que la aproximación propuesta adolece también en este sentido de ciertas limitaciones. En primer lugar, es indudable su relativa complejidad, que implica cierto estudio y formación, ya que de lo contrario habrá una falta de transparencia en el proceso; los decisores no lo entenderán y obtendrán un resultado sin saber de dónde proviene.

Por otro lado, si se desarrolla en toda su amplitud, al igual que la teoría de la utilidad multiatributo (Keeney & Raiffa, 1976), el sistema propuesto adolece de cierta pesadez de cálculo. Tal vez un modo de evitarlo sería el apuntado por Goodwin & Wright (1999), los cuales, dada la complejidad de la teoría de la utilidad multiatributo, proponen su aplicación en caso de que el grupo de decisores sea reducido. En cualquier caso, la implementación informática resolverá en una parte importante este problema.

<sup>13</sup> Recuérdese que por falta de transparencia se entiende la dificultad de entender el proceso de análisis de los hipotéticos usuarios.

Sin embargo, tal vez el mejor modo de abordar estos inconvenientes es mediante el carácter simplificable del sistema propuesto, dado que permite su acomodación a circunstancias que requieran un análisis sencillo que sea inteligible aún sin tener conocimientos de esta técnica, y que por tanto evite la acusación de falta de transparencia. Tal como se ha comentado en capítulos anteriores, cabe incluso la aplicación de esta técnica como estructuración, sin utilizar su herramienta cuantitativa.

Finalmente, respecto a la acumulación de desviaciones en el proceso de agregación, dicho efecto sigue latente, si bien se atenúa mediante el uso de la matemática difusa, cuyo planteamiento asume a priori la existencia de imprecisiones en la estimación y precisamente plantea un modo de tratarlas.

#### **F.4.1.2. El tratamiento mediante matemática difusa como alternativa al enfoque probabilista**

Con el análisis realizado en el apartado F.3 se considera suficientemente alcanzados parte de los objetivos de este análisis. Sin embargo, quedan por escudriñar algunos aspectos de considerable importancia, que hacen referencia más bien al contenido con relación a lo tratado en el capítulo 2.

##### *La limitación de la capacidad estimativa humana*

De la discusión sobre la estimación de probabilidades recogida en el citado capítulo, se deduce que, aunque relativizadas, existen fundadas dudas sobre la capacidad estimativa humana. Por ello, aunque el tratamiento mediante matemática difusa elude la controvertida cuestión de la estimación de probabilidades, la representatividad de la estimación de los diversos parámetros será siempre un aspecto a analizar con cuidado. De hecho, las influencias externas y los prejuicios o fenómenos psicológicos del ser humano descritos con amplitud en el apéndice B siguen latentes en la aplicación de la metodología propuesta, e inducirán, lógicamente a errores imposibles de evitar en sentido absoluto. En cualquier caso, no constituye el objetivo del modelo aquí propuesto el intentar dar solución a este tipo de aspectos, lo cual se encuadraría más bien al ámbito de la psicología o la sociología.

Sin embargo, es importante observar que el planteamiento formulado ayuda a mitigar en parte el efecto de dichos fenómenos. Por un lado, se evita la estimación de la probabilidad, lo cual es una de las principales fuentes de errores en la aplicación de los modelos de toma de decisión según lo comentado en otras partes de la tesis. Por tanto, la estimación de las magnitudes de los parámetros mediante los márgenes de precisión que permite el tratamiento difuso propuesto, así como la posibilidad de tratarlos de forma cualitativa permitirá una mayor flexibilidad y acomodación de la estimación al decisor, lo que revertirá previsiblemente en una mayor representatividad de esta. De hecho, supone un modo de tratar la incertidumbre y la ambigüedad con una implementación práctica sencilla.



A pesar de ello, es imposible asegurar mediante una estructuración de este estilo la total neutralización de este tipo de fenómenos debido al principio de incertidumbre o indeterminación intrínseco asociado a toda realidad (Heisenberg, 1958). Por ello, la estimación de la magnitud de los parámetros conllevará también muchas de las limitaciones y errores citados anteriormente, si bien en menor medida, por las razones aducidas anteriormente.

En este sentido, para la correcta aplicación de la herramienta propuesta, será de especial importancia el análisis de sensibilidad, de cara a sopesar la trascendencia de hipotéticos errores de estimación.

En definitiva, este factor debe constituir un presupuesto para la aplicación de la propuesta, ya que, según se ha hecho hincapié de forma reiterada a lo largo de esta tesis, la presente metodología no debe constituir un elemento de valor absoluto para la toma de decisión, sino un instrumento de comprensión de la misma.

#### *El IDS frente a las paradojas relativas al criterio del valor esperado*

Las ventajas del tratamiento difuso propuesto respecto al enfoque probabilístico clásico ha sido comentadas ya en el apartado F.3 de esta tesis. Restaría, por tanto, realizar un análisis de la propuesta con relación a las críticas teóricas realizadas a raíz de este tratamiento, en concreto en lo relativo a las paradojas clásicas sobre el valor esperado.

En este sentido, cabe comentar que dichas críticas no serían ya aplicables al tratamiento propuesto. Sin embargo, debe reconocerse que no es posible aportar una solución racional a la paradoja de S. Petersburgo (Bernouilli, 1738) mediante la presente herramienta. De hecho, permitiría más bien un tratamiento de la “esperanza moral” a la que alude Bernouilli (1738) mediante un número difuso que describiese el intervalo estimado y su frontera de incertidumbre, lo cual, no supondría una información muy valiosa para el supuesto jugador.

Con relación a las paradojas de Allais (1953) y Ellsberg (1961), el nuevo tratamiento tampoco alcanza a dar una explicación racional, y de hecho actuaría como una descripción de la percepción del decisor, sin aportar ninguna guía acerca de qué alternativa escoger.

## **F.4.2. El sistema propuesto con relación a los desarrollos de transición**

### **F.4.2.1. El IDS a la luz de los modelos descriptivos**

Del examen realizado en capítulos precedentes sobre los modelos descriptivos de la influencia de los diferentes aspectos del comportamiento humano en la toma de decisión (Kahneman & Tversky, 1979; Einhorn & Hogarth, 1985 y 1986)<sup>14</sup>, se deduce que no

---

<sup>14</sup> Apartado 2.2 de esta tesis.

suponen una alternativa a la aplicación del modelo propuesto, dado que no pretenden trascender del plano teórico o descriptivo. De hecho, en esta tesis se pretende, de hecho, actuar en un nivel eminentemente práctico, de cara a confeccionar una herramienta flexible donde sean integrables los aspectos relativos al comportamiento humano.

En cualquier caso, las consideraciones relativas a este tipo de desarrollos se han tenido en cuenta en el diseño del sistema, que pretende constituir un modo de abordar de forma práctica los aspectos introducidos por estos modelos, entre los que destacan los recogidos en la tabla F.5.

Aspecto	Autor/es	Modo de tratarlo en el IDS
La infrarevaloración de probabilidades pequeñas	Tversky & Kahneman, 1979	Tratamiento mediante matemática difusa.
La ambigüedad	Einhorn & Hogarth, 1990	Tratamiento mediante matemática difusa
El desacuerdo	Bell, 1985	Búsqueda del consenso en las estimaciones Carácter subjetivo del valor
El arrepentimiento	Bell, 1982	Análisis de sensibilidad

**Tabla F.5.** Aportación del IDS respecto a los modelos descriptivos

Respecto al fenómeno de infravaloración de probabilidades pequeñas, el IDS propone el tratamiento mediante matemática difusa, que evita la estimación de las probabilidades. En relación a la ambigüedad, los elementos difusos trapezoidales descritos en el capítulo 3 engloban el valor de anclaje y los márgenes, de modo que supone una manera de reducir el error de estimación al considerar todo el intervalo estimado como posible.

Finalmente, el desacuerdo podría abordarse mediante la integración del enfoque “blando” de búsqueda de consenso en la estructura del sistema propuesto y con el cálculo del valor para cada parte interesada mediante la modificación de pesos y funciones de valor según la percepción de cada uno. Por otro lado, el arrepentimiento se aborda mediante la revisión de resultados, en concreto a través del análisis de sensibilidad de los mismos y la consideración de los índices de eficiencia descritos en el proceso ACE.

#### **F.4.2.2. Análisis del modelo con relación a las variantes simplificadas de la teoría de la utilidad**

Respecto a la teoría de la utilidad multiatributo simplificada (SMART), el modelo propuesto aporta un mayor refinamiento en la estimación de las utilidades de cada atributo. La simple puntuación puede no ser suficiente en algunos casos, y puede relegar al plano subjetivo aspectos que admitirían un tratamiento objetivo. Considérese, por ejemplo, los parámetros de tipo económico. Por las limitaciones de la capacidad estimativa humana comentadas anteriormente, siempre que exista la posibilidad de cuantificar un aspecto será conveniente hacerlo, ya que se obtendrá una estimación más objetiva del valor aportado. Obviamente, en algunos casos no será posible realizar esa medición por restricción de

tiempo o por la complejidad del parámetro, y en ocasiones el esfuerzo requerido para el cálculo cuantitativo no se juzgará justificado o proporcional a la trascendencia de la medición.

Por tanto, el presente modelo pretende integrar de una manera lógica y consistente los aspectos tanto cualitativos como cuantitativos de la toma de decisión de manera flexible, de manera que la metodología SMART queda reducida a un caso particular del modelo propuesto, considerando escalas de medida cualitativas y un solo nivel de desarrollo del árbol de requerimientos.

Por otro lado, al igual que la teoría de la utilidad multiatributo, el modelo SMART permite un único nivel de desarrollo en el árbol de decisión, sin tener en cuenta la relación existente entre criterios o la existencia de criterios de mayor o menor orden. Este aspecto queda solucionado con el nuevo modelo, que permite un despliegue tanto de los criterios de juicio como de los parámetros de medida, permitiendo una mayor flexibilidad y una mejor aproximación.

#### **F.4.3. El sistema propuesto en un contexto posmodernista**

Con el afán integrador que se pretende infundir en el conjunto de esta tesis, y desde el reconocimiento de la aportación del enfoque de las metodologías “blandas” (según lo descrito en capítulos anteriores), se busca integrar estas últimas en un planteamiento que sea adaptable en cada caso para aprovechar las ventajas de ambos tratamientos y superar sus limitaciones.

Sin embargo, al igual que lo realizado en el caso de las metodologías de corte neoclásico, será necesario analizar la aportación del modelo a la superación de las limitaciones de este otro enfoque identificadas en el capítulo 2.

##### **F.4.3.1. La aportación del IDS al enfoque posmodernista**

###### *La aportación del IDS a las objeciones teóricas del paradigma posmodernista*

Tal vez la aportación más interesante del IDS a las objeciones al enfoque posmodernista es que supone un modo de evitar la pérdida de objetividad que se adapta a los presupuestos principales de este enfoque<sup>15</sup>. Ello es así dado que reconoce el carácter relativo de las mediciones cuantitativas desde la asunción de los presupuestos de la "racionalidad limitada" (Simon, 1979), y, por otro lado, permite el tratamiento cuantitativo mediante una integración coherente de elementos objetivos externos y percepciones subjetivas.

---

<sup>15</sup> Cabe recordar al respecto que la total subjetividad implica, entre otras cosas, el peligro de que se imponga una cierta solución por intereses o por presión del más fuerte, o bien puede suponer el cometer grandes errores, a pesar de ser "consensuados".

Por otro lado, mediante la aplicación del IDS, las metodologías de corte posmodernista o "blando" dispondrán de un medio para estructurar su análisis y evitar de este modo que se pasen por alto aspectos de importancia.

#### *La aportación de la propuesta a las limitaciones del trabajo en equipo*

Obviamente, existen ciertos fenómenos de la psicología y comportamiento humano que son imposibles de evitar mediante un enfoque de las características del aquí presentado. Tal es el caso, por ejemplo, el problema comentado en capítulos anteriores referente a la emisión de juicios interesados por parte de los miembros del hipotético equipo de trabajo.

Sin embargo, el tratamiento matemático aquí propuesto ayuda en parte a localizar desviaciones de estas características. Baste pensar, por ejemplo, en la descripción implícita del grado de consenso en los números difusos presentados. Según esto, si existiese una estimación u opinión deliberadamente desviada para orientar el resultado hacia un determinado lado, sería localizada al disentir del resto de los juicios emitidos. A pesar de ello, debe reconocerse que si la desviación está dentro del rango de valores obtenido, su identificación será muy difícil, sino imposible.

Por otro lado, cabe plantear el comportamiento del modelo con relación a la diferencia de la "intensidad de preferencia" o "escala de valores" en los juicios comentada en capítulos anteriores (Goodwin & Wright, 1999). Este efecto se dará, sobre todo, en el caso de la estimación de variables cualitativas. A pesar de lo intangible de este aspecto, la introducción de una escala común de puntuación puede ayudar a homogeneizar de algún modo la intensidad del juicio de los miembros del equipo.

Sin embargo, debe reconocerse que aún así se dará el caso de personas que tienden a puntuar más bajo y al contrario. Por ejemplo, a una alternativa que produzca similar grado de satisfacción pueden asociársele puntuaciones diferentes según la tendencia de puntuación de la persona en cuestión, es decir, según su asociación subjetiva entre la intensidad de satisfacción y los valores de la escala propuesta. A pesar de que esta limitación puede mitigarse en cierta medida mediante el análisis de sensibilidad, siempre existirá una incertidumbre en las puntuaciones obtenidas.

Por otro lado, es importante reseñar el modelo propuesto no se define acerca del enfoque a adoptar en lo referente a la metodología de trabajo en equipo. Si se adopta un enfoque social (Checkland, 1981), en el que se busca una solución mediante el diálogo entre los miembros del equipo de trabajo, el modelo propuesto no podrá evitar el efecto "Groupthink" comentado en capítulos anteriores (Janis, 1982). Efectos psicológicos como la tendencia a adoptar opiniones preponderantes, la inhibición por la presencia de una persona de mayor edad, experiencia o jerarquía en la organización, etc. serán ciertamente inevitables desde el punto de vista de la herramienta aquí propuesta.

A pesar de esta limitación, la descripción del grado de consenso implícita en el tratamiento propuesto, ya comentada anteriormente, permitirá identificar este fenómeno cuando sea muy evidente, si bien su eliminación total sería objeto de otros campos de la ciencia como la psicología o la sociología.

En el caso de que se adopte un enfoque diferente del trabajo en equipo, como el derivado de la técnica Delphi, el tratamiento propuesto permitirá una integración de los resultados más rica que el de la media aritmética usualmente empleada. Por otro lado, permitirá identificar errores en la estimación del modo explicado anteriormente. Además, la estructuración del modelo aportará en este contexto un esquema común de comprensión del problema que sirva de base para la eventual discusión y replanteamiento de los resultados.

En cualquier caso, de lo comentado en el capítulo 2 cabe extraer que la cuestión entre cuál de estos dos métodos es más adecuado (Decision conferencing o método Delphi), permanece abierta y sin demostrar. Esta es una de las razones por la que se ha pretendido articular el modelo de manera que sea aplicable en cualquiera de ambos enfoques. Condicionar su validez a uno de ellos hubiera sido decantarse por una cuestión teórica que excede el campo abarcado por esta tesis.

#### *La aportación como mejora de la implementación de las metodologías posmodernistas*

Es evidente que muchas de las objeciones relativas a los problemas de implantación del enfoque posmodernista trascienden claramente el plano de acción del sistema propuesto. Por ejemplo, no puede juzgarse el problema mediante la percepción de todos y cada uno de los agentes que intervienen, ni puede articularse de forma práctica un proceso continuo de toma de decisión.

Sin embargo, la estructura que se propone permite la estimación de un valor para cada uno de los agentes principales, mediante la asignación diferenciada de pesos y la modelización particularizada de las funciones de valor.

Por otro lado, la estructura general identificada en la fase de análisis servirá para todas las tomas de decisión relativas a un determinado contexto a lo largo del tiempo (un proyecto, una organización, etc.), lo cual se aproxima de algún modo al concepto de proceso continuo de toma de decisión de Checkland (1981).

En cualquier caso, el presente sistema no alcanza a actuar sobre los posibles problemas relativos al comportamiento humano (falta de cooperación, conflictos, envidias, etc.) que pueden darse en una toma de decisión de tipo social. Por tanto, como es evidente, estos factores siguen constituyendo una limitación a abordar mediante la integración de otras disciplinas de la ciencia como la psicología, la sociología, etc.

En resumen, las aportaciones del sistema propuesto respecto al paradigma posmodernista y las dificultades relativas al mismo que no alcanza a superar totalmente se recogen en la tabla F.6.

Aportaciones	Limitaciones
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Imprime una objetividad relativa</li> <li>▪ Evita ignorar aspectos de importancia</li> <li>▪ Ayuda a identificar juicios desviados o interesados</li> <li>▪ Esquema, guía de trabajo y base para modelizar la realidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Efectos psicológicos (diferentes intensidades de preferencia o escalas de valores)</li> <li>▪ Fenómenos del comportamiento humano (juicios interesados, envidias, vergüenzas, etc.)</li> </ul>

**Tabla F.6.** Resumen del análisis de la propuesta respecto al enfoque posmodernista

### F.4.3.2. La integración del IDS en el contexto de las metodologías “blandas”

#### *La metodología de los sistemas blandos (Soft Systems Methodology)*

Tal como se ha descrito en otras partes de esta tesis, el paradigma integrador donde se quiere enmarcar el sistema IDS implica que debe ser compatible con una eventual aplicación en el contexto de las metodologías blandas, cuyo principal paradigma es probablemente la metodología de los sistemas blandos o SSM (Checkland, 1981; Checkland & Scholes, 1990), descrito en el apéndice B. Si se observan las siete fases del proceso dinámico propuesto por esta metodología (véase la tabla F.7), cabe identificar varios puntos de aportación del sistema propuesto.

En primer lugar, supone una guía o estructuración para analizar el problema (fases 1, 2 y 3) y modelizarlo (fase 4 y 5). Finalmente, la definición de posibles cambios (fase 6) se encuadraría en la fase de creatividad del proceso ACE propuesto. Finalmente, la fase 7, correspondiente a las actuaciones para la mejora del problema no encontraría un paralelismo en el proceso ACE pues este no incluye lo que sería la implantación o ejecución de la alternativa seleccionada. En definitiva, ambos procesos ofrecen un paralelismo visualizado en la tabla F.7.

Fase del SSM	Fase del ACE (IDS)
1. Entrara en la situación considerada	Fase de análisis
2. Describir el problema	
3. Identificar los sistemas principales	
4. Construir modelos de esos sistemas	
5. Comparación de los modelos con la realidad	
6. Definir posibles cambios deseables y factibles	Fase de creatividad
7. Actuar para mejorar el problema	-----

**Tabla F.7.** Paralelismo entre el proceso del SSM y el proceso ACE propuesto

Es interesante observar cómo en el proceso del SSM no aparece ninguna referencia a la evaluación de las alternativas, lo cual es sólo en parte coherente con su planteamiento, ya que, a pesar de basarse en el consenso y rechazar los planteamientos cuantitativos, todo acuerdo implica una evaluación, aunque sea subjetiva o cualitativa. A este respecto cabe decir también que la fase 5 supone una evaluación, pero del modelo, no de las alternativas de actuación o cambios en el mismo. Por tanto, además de aportar una guía o estructuración

para el análisis del problema, el IDS aporta una base para la evaluación de alternativas, válida incluso en el caso de optar por una evaluación de tipo cualitativo.

### *La elección estratégica (Strategic Choice)*

Así mismo, podría establecerse un análisis paralelo con la metodología propuesta por Friend & Hickling (1987, 1997), descrita también en el capítulo 2, según se recoge en la tabla F.8.

Fase del Strategic Choice	Fase del ACE (IDS)
1. Modo de forma	Fase de Análisis
2. Modo de diseño	Fase de Creatividad
3. Modo comparativo	Fase de Evaluación
4. Modo de elección	

**Tabla F.8.** Paralelismo entre el proceso del Strategic Choice y el proceso ACE propuesto

Por otro lado, los tres tipos de incertidumbre que introduce (UV, UE y UR<sup>16</sup>), acerca de los valores, el entorno y las relaciones, son susceptibles de aplicar el tratamiento del riesgo propuesto. De hecho, el modelo no ofrece ninguna restricción respecto el tipo u origen de los riesgos, sino que permite el tratamiento de cualquier elemento que produzca incertidumbre.

### *Los escenarios*

Finalmente, la integración del modelo propuesto en el contexto de los escenarios pasaría por un uso cualitativo del mismo, como guía para el análisis y evaluación de las diversas alternativas en el contexto de los escenarios contemplados, eludiendo el uso del aparato matemático propuesto y utilizando únicamente el esquema de trabajo.

Por otro lado, el planteamiento de escenarios puede ser de utilidad en el desarrollo del modelo como ayuda en la estimación de posibles resultados de los parámetros considerados.

<sup>16</sup> Recuérdese la definición de estos tipos de incertidumbre descritos en el apartado 2.4.6.:

UV: Incertidumbre asociada al valor

UE: Incertidumbre asociada al entorno

UR: Incertidumbre asociada a las relaciones

#### **F.4.4. Aportación e integrabilidad del modelo con los desarrollos paralelos del problema de la toma de decisión**

##### *El Proceso Analítico de Jerarquización (AHP)*

En primer lugar, tal como se ha descrito en capítulos anteriores, el método AHP de Saaty (1981, 1990) ha sido integrado en el cálculo de los pesos de los diversos requerimientos (capítulo 3). No se volverá a incidir sobre las ventajas de esta integración pues se considera suficientemente explicada en capítulos precedentes.

Por otro lado, desde el reconocimiento del gran valor teórico-práctico del AHP, cabría abordar un análisis comparativo entre el tratamiento de esta metodología y el del modelo propuesto en esta tesis. En este sentido, desde el punto de vista de su aplicación en la construcción, las ventajas del nuevo enfoque son evidentes, dado que aporta una estructuración y tratamiento mucho más completo del problema.

Desde otro punto de vista, el modelo propuesto aporta, con relación al AHP, una medida contextualizada de la satisfacción inherente a cada alternativa, en un marco de referencia más amplio. El AHP, sin embargo, conlleva una medida relativa de la satisfacción, fruto de la comparación entre alternativas, de manera que no sería posible comparar diversas tomas de decisión ni juzgar la trascendencia de las mismas.

Por otro lado, el AHP tampoco contempla el factor riesgo, a no ser que se considere como un criterio más. Sin embargo, este aspecto se aborda con amplitud en la metodología propuesta.

Además, la posibilidad del tratamiento cuantitativo del modelo propuesto evita en parte la crítica referente a la falta de claridad derivada de las preguntas que introduce el AHP.

Respecto a la posible inconsistencia del método de Saaty derivada de la limitación de la escala introducida (entre 1 y 9), el modelo propuesto introduce la posibilidad de medir de forma cualitativa de manera que refleje la relación entre la mejor y peor opción consideradas, la cual no tiene por qué limitarse a una proporción de 1 a 9. Por ejemplo, podría darse el caso de que, en una escala cualitativa definida entre 1 y 10, una alternativa adoptase un valor de 0,1 y otra de 8.

Finalmente, el modelo propuesto no presenta los problemas del AHP relativos al aumento del tamaño o número de criterios considerados, y lo que es más importante, al no constituir una medida relativa, la introducción de una nueva alternativa no influye en el valor de las anteriormente consideradas, y por tanto no impone un recálculo.



### *El método “Electre”*

Tal vez una de sus principales ventajas respecto al modelo propuesto es que evita la articulación de un índice numérico mediante una clasificación arbórea<sup>17</sup>. Sin embargo, este hecho, que ciertamente supone independizar el método de las limitaciones derivadas del carácter numérico de la solución, tiene también sus inconvenientes.

A pesar de que el resultado es una clasificación de alternativas, lo cual es lo único que interesará al decisor en muchos casos, al igual que el AHP, el método “Electre” supone también un juicio comparativo entre alternativas consideradas. Ello implica, por un lado, que su aplicación dependerá necesariamente de ellas, y la introducción de una nueva supondrá necesariamente un recálculo.

Por otro lado, una vez más la información aportada tiene un carácter relativo y descontextualizado del resto de tomas de decisión. Además, el método Electre únicamente clasifica las alternativas, sin discernir el grado de satisfacción que aportan. Por tanto, en sentido estricto, de la aplicación del citado método no se deduce el grado de satisfacción que producen las alternativas consideradas, sino únicamente su preferencia relativa.

De lo aquí comentado se deduce, por tanto, que el modelo propuesto supone un indudable paso adelante en la contextualización de la decisión respecto al Electre. Sin embargo, este último evita la posible ambigüedad que puede darse en los resultados del primero mediante el proceso de destilación por análisis por pares de las alternativas.

Finalmente, en lo que respecta a la integración de esta técnica en el modelo propuesto, cabe comentar que es difícil desde el punto de vista práctico, principalmente por la complejidad y cantidad de esfuerzo implícitos en el Electre. En cualquier caso, en un nivel teórico sería planteable una aplicación en un hipotético proceso de refinamiento de la solución, en caso de que el modelo propuesto sea incapaz de discernir entre dos o más alternativas muy similares. En esta situación podría aplicarse el Electre como último recurso como apoyo metodológico para diferenciar dichas alternativas con un grado de finura elevado.

### *La simulación*

Obviamente, el planteamiento de la simulación y el modelo propuesto son enfoques radicalmente diferentes, por lo que el valor de un análisis comparativo entre ambas metodologías es, tal vez, matizable.

En cualquier caso, tal como se ha señalado en capítulos anteriores, cabe considerar el carácter parcial del enfoque de la simulación. Para plantear un experimento matemático de estas características es necesario un problema limitado y bien definido, con un número reducido de variables.

---

<sup>17</sup> Recuérdese la descripción del Electre III recogida en el apéndice B

Sin embargo, el modelo propuesto aboga por un tratamiento más global del problema, de manera que permitiría la integración de los resultados de una simulación en uno de los parámetros considerados. La conversión del resultado probabilístico al lenguaje difuso se realizaría mediante el modo ya comentado en otras partes de esta tesis.

Por otro lado, en problemas simples, podría aprovecharse la estructuración aportada por el modelo propuesto para realizar una simulación, si bien requeriría el conocimiento de las probabilidades asociadas a cada parámetro, lo cual, según se ha comentado es de difícil articulación y valor práctico.

Este hecho se acentúa al considerarlo en el contexto de la construcción, caracterizado por la ausencia de repetibilidad y la incertidumbre inseparablemente asociada a los proyectos de este ámbito.

### *Los sistemas expertos*

La diferencia esencial entre el enfoque de los sistemas expertos y el modelo aquí propuesto es la amplitud o alcance del enfoque. Así como los sistemas expertos hacen referencia a problemas bien definidos y con un número de variables limitado, el modelo propuesto pretende ser una herramienta que permita tratar cualquier tipo de problema de forma flexible.

Por tanto, los sistemas expertos se desarrollan para un problema específico y de pequeño alcance, de manera que su aplicación se restringe al problema en cuestión, y requiere una nueva implementación para su aplicación a un nuevo problema. El modelo propuesto, sin embargo, tiene un carácter eminentemente flexible, de manera que es aplicable a cualquier problema sin necesidad de actualizarlo o adaptarlo y sin la servidumbre y el coste que supone una implementación informática para cada aplicación.

Además, mediante el trabajo en equipo o la estimación individual del experto se recogerá la experiencia del decisor, si bien de una manera menos sistemática y objetiva que la aportada por un sistema experto.

Por otro lado, es innegable el sistema experto conlleva una ejecución o práctica más rápida que el modelo propuesto, pues supone únicamente una entrada de datos. Sin embargo, el decisor pierde el control sobre el análisis de la decisión, y no se le permitirá actuar sobre el planteamiento del problema.

Finalmente, podría plantearse una integración en cierto sentido de ambas metodologías, ya que el sistema experto puede servir de ayuda en la estimación de ciertos parámetros específicos del modelo aquí presentado. Por otro lado, este último puede ayudar a estructurar el diseño un sistema experto de cierto tipo de toma de decisión.

---

### *El análisis estadístico de datos*

Según se ha comentado, por la falta de datos históricos, la aplicabilidad de estas en el ámbito de la gestión de proyectos es muy reducida, a excepción de aspectos puntuales como pueden ser los relacionados con el marketing. Por tanto, el interés de comentarlo en esta tesis se limita a la potencial aplicación del modelo en otros ámbitos.

En cualquier caso, podría hablarse de una cierta integrabilidad desde el punto de vista metodológico y no analítico, como información adicional que ayude a emitir juicios cualitativos o como medición puntual de algún parámetro.

### *Las técnicas simples de toma de decisión*

Obviamente el sistema IDS propuesto supone una aproximación al problema de una complejidad y rigor considerablemente más elevado que el introducido por estas técnicas, entre las que destacan las ya comentadas en el apartado B.2 (eliminación por aspectos, estrategia lexicográfica, toma de decisión secuencial, etc).

Sin embargo, ello no implica que el valor de estas quede anulado por la introducción de la nueva propuesta. De hecho, cabe plantear una integración de estas como herramientas auxiliares en orden a una primera criba de entre todas las alternativas generadas entorno a una hipotética toma de decisión. De este modo, mediante una revisión periódica de las alternativas desestimadas en orden a minimizar el efecto de las limitaciones de estos métodos simples (ver apéndice B)

Finalmente, cabe hacer una breve referencia a la denominada "toma de decisión secuencial", la cual presenta una especial empatía con el planteamiento del sistema propuesto por estar basada en el concepto de "satisfacción" de Simon (1979). Esta técnica está en línea, por tanto, con la migración conceptual desde la preferencia a la satisfacción introducida en esta tesis como criterio de elección y elemento definitorio del valor.

## **F.5. ANÁLISIS DE LA APORTACIÓN DEL MODELO COMO DESARROLLO DE LOS ELEMENTOS DEL PROBLEMA DE TOMA DE DECISIÓN**

### **F.5.1. La aportación a la estructuración del problema**

La estructuración del problema se considera en esta tesis una cuestión de vital importancia. Esta es la razón por la que se ha hecho tanto énfasis en el intento de racionalizar la identificación de los requerimientos de la toma de decisión, como elementos definitorios de la estructura del problema.

Por otro lado, este énfasis es coherente con el acento que se ha puesto a lo largo de esta investigación sobre la importancia de las primeras etapas, en este caso del proceso de toma de decisión; el estudio previo de la estructura del problema aportará la perspectiva necesaria para no perderse en disquisiciones de tipo analítico basadas, tal vez, en una base errónea o incompleta.

También con este fin se ha pretendido visualizar en todo momento los planos de estudio y los elementos del modelo, intentando huir de una simple aportación numérica, desligada de un primer análisis en el que se fijará la estructura del problema.

Respecto a los instrumentos de estructuración, la herramienta del modelo aquí propuesto pretende ser una guía más completa que las herramientas anteriormente citadas, dado que no simplemente propone un proceso de razonamiento sino que identifica los elementos generales a considerar (requerimientos, procesos, riesgos, etc.). De hecho, las técnicas precedentes tienen un carácter instrumental, ya que ayudan a entender el problema, pero en sentido estricto no son estructuraciones del mismo, dado que no pretenden identificar de forma exhaustiva los elementos de la toma de decisión.

### **F.5.2. La aportación al tratamiento del problema de la toma de decisión**

Desde un punto de vista positivista, la presente aportación introduce un tratamiento cuantitativo completo y compacto, integrando la cuantificación flexible mediante un índice que incorpora el elemento riesgo.

Por otro lado, desde una perspectiva de toma de decisión consensuada, ofrece un tratamiento flexible que ayuda a integrar percepciones y datos objetivos de forma rápida y visual. Además, la adaptabilidad del aparato diseñado permite una profundización cuantitativa mayor o menor según las características deseadas del proceso a llevar a cabo.

En definitiva, se juzga conveniente no ahondar más en esta cuestión, pues se considera suficientemente tratada en apartados precedentes de este capítulo.

### **F.5.3. El proceso ACE frente a las aportaciones precedentes**

Finalmente, el proceso propuesto, estructurado en tres fases, permite también una flexibilidad, en tanto que podrían omitirse o realizarse con mayor o menor profundidad las actividades o subfases en ellas comprendidas.

Dicho proceso podría ser aplicable tanto desde una óptica positivista como posmodernista, dado que no condiciona las características de la sesión de trabajo.

Además, desde este punto de vista el proceso propuesto supone un paso adelante considerable en un aspecto no muy estudiado en el ámbito de la toma de decisiones. El diagrama de flujo propuesto recoge de forma sencilla, visual, y a la vez exhaustiva, el conjunto de elementos considerados en el sistema aquí introducido, lo cual no tiene precedente en este ámbito.

Finalmente, cabría dejar clara la distinción entre el diagrama de flujo propuesto y el plan de trabajo del valor, según lo comentado en el capítulo 2. De hecho, basta analizar su contenido para deducir varias diferencias esenciales:

- En primer lugar se trata de un esquema de trabajo mucho más sencillo, lo cual le aporta mayor agilidad de aplicación, y le capacita para ser aplicado en contextos de trabajo en equipo con un número considerable de personas, como pudiera ser el caso de la metodología del valor, o también en grupos reducidos e incluso de forma individual, por una sola persona.
- Su carácter desplegable y generalista hace que pueda amoldarse a diversos esquemas de trabajo y ser aplicable en contextos muy diferentes.
- Al ser un diagrama de flujo simple e intuitivo, será fácilmente aplicable en diferentes entornos culturales desde el punto de vista de gestión
- Su estandarización es mucho más sencilla que en el caso de la metodología del valor, dado que su esquema es más simple y natural. De hecho, mediante este esquema se evitaría la multiplicidad de variantes que existen en el caso del plan de trabajo del valor.
- Por otro lado, presenta la ventaja de ser un ciclo de trabajo cerrado, con retroalimentación constante, y no una cadena de fases aisladas como el plan de trabajo clásico milesiano.
- Por último, representa mejor y de manera más natural el flujo racional de los problemas de gestión desde la óptica de la toma de decisión. Con este propósito, se integra la fase de información como un primer paso del análisis y

estructuración y las fases clásicas de evaluación o síntesis, desarrollo, presentación en una fase más general denominada evaluación, por considerar que las dos últimas tienen una importancia conceptual menor y se integran como un último paso de la evaluación.

Respecto a este último punto, es necesario comentar que en el contexto clásico de la metodología del valor, la presentación a la dirección de los resultados es de capital importancia, ya que de convencer a las personas con capacidad de conceder la aprobación de las propuestas del estudio dependerá la utilidad del mismo. Sin embargo, en un contexto más amplio, que pretende contemplar la aplicabilidad en otros entornos y ser aplicable incluso de forma individual, la presentación de resultados no tiene porqué cobrar tanta importancia, hasta el punto de que en ocasiones puede obviarse.

Por otro lado, la implementación y seguimiento no se consideran integrantes de la toma de decisión sino algo posterior y separado, que tienen sentido en esquemas como el de la metodología del valor, pero no en un modelo con un alcance definido por la toma de decisión puntual.

Además, tampoco tendría sentido hablar de una fase de preparación, puesto que no se trata de un plan de trabajo en equipo sino de un modelo de análisis y evaluación de alternativas. Por tanto, todo lo referente a la preparación del estudio como pueden ser las visitas al emplazamiento, el análisis de accionistas, la formación del grupo de trabajo, etc. no tendrían sentido en el esquema expuesto sino en lo que haga referencia a la recogida y análisis de información acerca del proyecto, que es, según lo expuesto, el primer paso del análisis.

Es interesante observar, además, que el esquema propuesto corresponde al proceso natural de toma de decisión, incluso a nivel de disyuntivas acerca de asuntos de ordinaria administración. Tras un breve análisis es fácil deducir que en cualquier toma de decisión siempre existen estos tres pasos esenciales; un análisis, una generación de alternativas y una evaluación.

## F.6. BIBLIOGRAFÍA

Atkin, B. (1990) "Information Management of Construction Projects" (Sydney: T.W. row Associates and Crow Maunsell). En "Building in Value", Best, R. & De Valence, G. (eds). Ed. Arnold.

Allais, M. (1953) "Le comportement de l'homme rationel devant le risque: critique des postulata et l'ecole americaine", *Econometrica*, 21, 503-546.

Arrow, K.J. (1951) "Social Choice and Individual Values". Ed. Wiley, Nueva York.

Bell (1982), D.E. (1982) "Regret in Decision Making under uncertainty". *Operations Research*, 30, 961-981.

Bell (1985), D.E. (1982) "Disappointment in Decision Making". *Operations Research*, 33, 1-27.

Bernouilli, D. (1738) "Specimen theoriae norae de mensura sortis". *Comentarii Academiae Scientiarum Imperiales Petropolitanae*, 5, 175-192. (traducido por Sommer, L., en *Econometrica*, 1954, 22, 23-26).

Checkland, P.B. (1981) "Systems Thinking, Systems Practice". Ed. Wiley.

Checkland & Scholes (1990) "Soft Systems Methodology in action". Ed. Wiley.

Einhorn H.J. & Hogarth R.M. (1985) "Ambiguity and uncertainty in probabilistic inference". *Psychological Review*, 92, 433-461.

Einhorn H.J. & Hogarth R.M. (1986) "Decision Making under ambiguity". En *Rational Choice: the Contrast between Economics and Psychology*, Hogarth, R.M. and Reder, M.W. (eds.). Ed. University of Chicago Press. Pag. 41-66.

Einhorn H.J. & Hogarth R.M. (1990) "Venture theory: a model of decision weights". *Management Science*, 36, 780-803.

Ellsberg, D. (1961) "Risk, Ambiguity and the Savage Axioms". *Quarterly Journal of Economics*, 75, 643-669.

Friend, J.K. & Hickling, A. (1997) "Planning Under Pressure: the Strategic Choice Approach". Ed. Butterworth-Heinemann, Oxford. (2ª edición, 1ª edición en 1987)

Goodacre, P.E., Noble, B.M., Murray, J., and Pain, J. (1981) "A Design /Cost Theory for Measuring Buildings", *Occasional Paper nº 3*, Department of Construction Management, University of Reading.

---

Goodwin, P. & Wright, G. (1999) "Decision Analysis For Management Judgment". Ed. John Wiley & Sons.

Heisenberg, W. (1958) "Physics and Philosophy". Ed. Harper Brothers. Nueva York.

Janis, I.R. (1982) "Groupthink". Ed. Houghton Mifflin, Boston. (2ª edición, 1ª edición en 1972).

Kahneman & Tversky (1979) "Prospect theory: an analysis of decision under risk", *Econometrica*, 47, 263-291.

Keeney R.L. & Raiffa, H. (1976 y 1993). "Decisions with Multiple Objectives: Preferences and Value Tradeoffs". Ed. Wiley (1ª edición) y Ed. Cambridge University Press (2ª edición)

Lockhart, C.W. & Roberds, W.J. (1996) "Worth the risk?". *Civil Engineering*, 66 (4), 62-64.

Miles, L.D. (1967) "Techniques of Value Analysis and Engineering". Ed. McGraw-Hill.

Pender, S. (2001) "Managing incomplete knowledge: Why risk management is not sufficient". *International Journal of Project Management* 19, 79-87

PMI (1996) "A guide to the Project Management Body of Knowledge". Ed. PMI Publishing Division.

Raiffa, H. (1982), "The Art and Science of Negotiation". Ed. Harvard University Press.

Saaty, T. (1980) "Analytical Hierarquy Process planning, priority setting, resource allocation". Ed. McGraw-Hill.

Saaty, T.L. (1990) "The Analytical Hierarquy Process". Ed. RWS Publications.

Shillito, M.L. y De Marle, D.J., 1992. "Value. Its measurement, Design y Management". Ed. John Wiley & Sons.

Simon, H.A. (1957) "Administrative Behavior". Macmillan, New York. (1ª ed. En 1947). (2ª edición).

Simon, H.A. (1979) "Rational Decision Making in Business Organizations". *American Economical Review*, 69, 493-513.

Tah, J.H.M., Carr, V.(2000) "A proposal for construction project risk assessment using fuzzy logic". *Construction Management y Economics*, 18, 4, 491-500.



---

Tassinari, R. (1994). "Practique de l'Analyse Fonctionnelle". Ed. Dunod, París. (traducción española: "El producto adecuado: práctica del análisis funcional", Ed. Marcombo.).

Tocher, K.D. (1977) "Planning Systems". Philosophical Transactions of the Royal Society of London, A287, 425-441.

Von Winterfeldt, D. & Edwards, W. (1986) "Decision Analysis and Behavioural Research". Ed. Cambridge University Press.

Von Neumann, J. & Morgenstern, O. (1947) "Theory of games and Economic behaviour". Ed. Princeton University Press. (2ª edición).

Watson, S.D. & Buede, D.M. (1987) "Decision Synthesis: The Principles and Practice of Decision Making". Ed. Cambridge University Press.