

MARIO CASTILLO HERNÁNDEZ

TOMA DE DECISIONES EN LAS EMPRESAS: Entre el arte y la técnica



Metodologías,
modelos y
herramientas



TOMA DE DECISIONES
EN LAS EMPRESAS:
ENTRE EL ARTE Y LA TÉCNICA
METODOLOGÍAS, MODELOS Y HERRAMIENTAS

**TOMA DE DECISIONES
EN LAS EMPRESAS:
ENTRE EL ARTE Y LA TÉCNICA
METODOLOGÍAS, MODELOS Y HERRAMIENTAS**

MARIO CASTILLO HÉRNANDEZ

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
FACULTAD DE ADMINISTRACIÓN**



Castillo Hernández, Mario

Toma de decisiones en las empresas: entre el arte y la técnica: metodologías, modelos y herramientas / Mario Castillo Hernández. - Bogotá: Universidad de los Andes, Facultad de Administración, Comité de Publicaciones, Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Industrial, Ediciones Uniandes, 2006. p. 472; 17 x 23 cm. - (Gestión)

ISBN 958-695-221-5

1. Toma de decisiones I. Universidad de los Andes (Colombia). Facultad de Administración. Comité de Publicaciones II. Universidad de los Andes (Colombia). Facultad de Ingeniería. Departamento de Ingeniería Industrial III. Tit.

CDU 658.403

SBUA

Primera edición, julio de 2006
Primera reimpresión, marzo de 2008

- © Mario Castillo Hernández, 2006
- © Universidad de los Andes, Facultad de Administración, Comité de Publicaciones, 2006
Carrera 1 No. 18 A-70, Edificio RGC
Bogotá, Colombia
Teléfono: 339 4949 Ext: 3079 Fax: 332 4551
publicaciones@adm.uniandes.edu.co
<http://administracion.uniandes.edu.co/publicaciones>
- © Universidad de los Andes, Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Industrial, 2006
Calle 19 A No. 1-37 Este, Bloque W, piso quinto
Teléfono: 339 4949 ExI: 2880-2881
<http://industrial.uniandes.edu.co>

Ediciones Uniandes, 2006,
Carrera 1ª No. 19-27. Edificio AU-6
Bogotá D.C., Colombia
Teléfono: 339 4949 Ext: 2181 Fax: Ext. 2158
infeduni@uniandes.edu.co
<http://ediciones.uniandes.edu.co>

ISBN: 958-695-221-5

Diseño de cubierta: Felipe Valencia

Revisión de textos, corrección de estilo, finalización de cubierta,

diseño y diagramación: Taller de Edición
Transversal 6 No. 27-10, oficina 206
Teléfonos/Fax.: 243 2862 - 243 8591
taller@tallerdeedicion.com

Impresión y acabados: Nomos impresores

Todos los derechos reservados. Esta publicación no puede ser reproducida ni en su todo ni en sus partes, ni registrada en o transmitida por un sistema de recuperación de información, en ninguna forma ni por ningún medio sea mecánico, fotoquímico, electrónico, magnético, electro óptico, por fotocopia o cualquier otro, sin el permiso previo por escrito de la editorial.

*A mi familia,
a mis amigos,
a la Universidad de los Andes*

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	15
1 LOS PROCESOS DE DECISIÓN	19
COMPONENTES	19
La incertidumbre	19
Decisiones estratégicas	21
Alternativas de decisión	22
Las preferencias del decisor	22
Evaluación de las alternativas	23
UNA METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE DECISIONES	23
Descripción de la metodología	25
Precisiones adicionales sobre el uso de la metodología	28
CASOS DE APLICACIÓN	29
REFERENCIAS	32

2	CONCEPTOS BÁSICOS DE PROBABILIDAD	33
	ESPACIO MUESTRAL, EVENTOS Y PROBABILIDADES	34
	Experimento aleatorio, espacio muestral y eventos	34
	Asignación de probabilidades y propiedades básicas	37
	Espacios de probabilidad	41
	PROBABILIDAD CONDICIONAL E INDEPENDENCIA	45
	Definición de probabilidad condicional	48
	Independencia de eventos	50
	Principio de las probabilidades totales y teorema de Bayes	50
	ÁRBOLES DE PROBABILIDAD	55
	ANEXO 1. MÉTODOS DE CONTEO	61
	EJERCICIOS RECOMENDADOS	67
	REFERENCIAS	72
3	VARIABLES ALEATORIAS	73
	VARIABLES ALEATORIAS: DEFINICIÓN, CARACTERÍSTICAS Y TIPOS	76
	Variables aleatorias discretas	77
	Variables aleatorias continuas	81
	VARIABLES ALEATORIAS CONJUNTAS	86
	Definición y propiedades de las variables aleatorias conjuntas	89
	Independencia de variables aleatorias	96
	VALOR ESPERADO DE UNA VARIABLE ALEATORIA	98
	VARIANZA, COVARIANZA Y CORRELACIÓN DE VARIABLES ALEATORIAS	103
	MEDIA, VARIANZA Y CORRELACIÓN MUESTRALES	106
	DISTRIBUCIONES DE MAYOR APLICACIÓN	108
	EJERCICIOS RECOMENDADOS	119
	REFERENCIAS	126

4	MODELOS BÁSICOS DE ANÁLISIS DE DECISIONES	127
	AJUSTE CONSERVADOR	128
	OPTIMISTA-PESIMISTA	129
	ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD	131
	Gráfica de la variación independiente	132
	Gráfica de curvas isocuantas	133
	PUNTO DE EQUILIBRIO	134
	MATRIZ DE BENEFICIOS	134
	Evaluación de una matriz de beneficios	135
	MÉTODO PROBABILÍSTICO-MONETARIO	140
	Esperanza-varianza	142
	EJERCICIOS RECOMENDADOS	144
	REFERENCIAS	147
5	ÁRBOLES DE DECISIÓN	149
	INTRODUCCIÓN	149
	COMPONENTES DE UN ÁRBOL DE DECISIÓN	151
	EVALUACIÓN DE UN ÁRBOL DE DECISIÓN	154
	REPRESENTACIÓN FORMAL DE LOS ÁRBOLES DE DECISIÓN Y MÉTODOS COMPUTACIONALES	172
	Distribución de riesgo asociada a la decisión óptima	180
	Valor esperado de la información	182
	Comentarios finales sobre los árboles de decisión	184
	EJERCICIOS RECOMENDADOS	186
	REFERENCIAS	191

6	DIAGRAMAS DE INFLUENCIA	193
	INTRODUCCIÓN	193
	ESTRUCTURACIÓN Y EVALUACIÓN DE UN DIAGRAMA DE INFLUENCIA	197
	FORMALIZACIÓN	206
	PRECISIONES ADICIONALES SOBRE LOS DIAGRAMAS DE INFLUENCIA	207
	EJERCICIOS RECOMENDADOS	231
	REFERENCIAS	238
7	CONCEPTOS BÁSICOS DE ESTADÍSTICA BAYESIANA Y REDES BAYESIANAS	239
	INTRODUCCIÓN	239
	CONCEPTOS BÁSICOS DE ESTADÍSTICA BAYESIANA	240
	Distribuciones <i>a priori</i> y <i>a posteriori</i>	240
	Teorema de Bayes	247
	Estimación	250
	Pruebas de hipótesis	253
	REDES BAYESIANAS	262
	Introducción	262
	Definiciones y propiedades básicas	263
	Algoritmo de propagación	270
	Metodología para modelar problemas de decisión utilizando Redes Bayesianas	274
	Casos de aplicación	277
	EJERCICIOS RECOMENDADOS	292
	REFERENCIAS	294

8	FUNDAMENTOS DE TEORÍA DE LA UTILIDAD	295
	INTRODUCCIÓN	295
	FUNCIONES DE UTILIDAD	298
	Construcción de un índice	298
	Construcción de una función de utilidad	303
	EQUIVALENTE MONETARIO CIERTO Y EQUIVALENCIA ESTRATÉGICA	306
	Equivalente Monetario Cierto (<i>EMC</i>)	307
	Funciones de utilidad estratégicamente equivalentes	309
	AVERSIÓN Y PROPENSIÓN AL RIESGO	312
	Relación entre el <i>EMC</i> y la aversión al riesgo	314
	Prima de riesgo	315
	Función de Aversión al Riesgo (<i>FAR</i>)	318
	Relación entre la <i>FAR</i> y la prima de riesgo	320
	PRECIO DE VENTA Y PRECIO DE COMPRA	326
	Precio de venta	326
	Precio de compra	327
	Temas complementarios	331
	EJERCICIOS RECOMENDADOS	334
	REFERENCIAS	336
9	ESTRUCTURACIÓN DE PROBLEMAS DE DECISIÓN Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS CON MÚLTIPLES OBJETIVOS	337
	INTRODUCCIÓN	337
	PARTE I. TEORÍA DE LA UTILIDAD MULTIATRIBUTO (MAUT)	338
	Objetivos y atributos	339
	La función de utilidad aditiva	342
	Obtención de las funciones de utilidad individuales	344
	Obtención de los pesos de la función de utilidad aditiva	347
	Casos de aplicación	350

PARTE 2. PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (<i>PAJ</i>)	364
Aspectos generales	365
Metodología para realizar un análisis de decisión utilizando <i>PAJ</i>	366
Conceptos básicos para llevar a cabo un <i>PAJ</i>	367
Casos de aplicación	380
EJERCICIOS RECOMENDADOS	397
REFERENCIAS	406
10 CASOS DE APLICACIÓN DE DIFERENTES METODOLOGÍAS DE ANÁLISIS DE DECISIONES	409
CASO 1	
SELECCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA INFORMÁTICA PARA UN FONDO DE PENSIONES Y CESANTÍAS	410
Descripción del problema	410
Estructuración del problema	410
Metodología de análisis	411
Resultados	415
CASO 2	
CUBRIMIENTO DE RIESGO EN UNA EMPRESA PETROLERA	415
Descripción del problema	415
Estructuración del problema	416
Metodología de análisis	416
Resultados	418
CASO 3	
EVALUACIÓN DE UNA TECNOLOGÍA DE PERFORACIÓN EN UNA COMPAÑÍA PETROLERA	419
Descripción del problema	419
Estructuración del problema	420
Metodología de análisis	422
Resultados	423

CASO 4	
EVALUACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DE DIFERENTES MEDIOS DE COMUNICACIÓN COMO MECANISMOS DE PUBLICIDAD	424
Descripción del problema	424
Estructuración del problema	424
Metodología de análisis	425
Resultados	431
CASO 5	
CASO CALIFICACIÓN DEL RIESGO FINANCIERO DE LOS FONDOS DE PENSIONES	433
Descripción del problema	433
Estructuración del problema	434
Metodología de análisis	434
Resultados	440
CASO 6	
DISEÑO DE UNA METODOLOGÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN Y LA MEDICIÓN DEL RIESGO OPERATIVO EN INSTITUCIONES FINANCIERAS	441
Descripción del problema	441
Estructuración del problema	442
Metodología de análisis	443
Resultados	448
CASO 7	
DISEÑO DE UNA METODOLOGÍA DE DECISIÓN PARA EL PROCESO DE MERCADO DE VEHÍCULOS NUEVOS EN UNA EMPRESA AUTOMOTRIZ	452
Descripción del problema	452
Estructuración del problema	453
Metodología de análisis	453
Resultados	455
REFERENCIAS	461
ÍNDICE TEMÁTICO	463

INTRODUCCIÓN

EN LAS EMPRESAS PÚBLICAS y privadas todos los días se toman decisiones; unas, de tipo operativo, otras de tipo táctico, y otras de carácter estratégico. Las decisiones de tipo estratégico tales como la inversión en una nueva planta, el lanzamiento de un nuevo producto, la selección de una tecnología, la explotación de un nuevo campo petrolero, la inversión en activos fijos, tienen características comunes: no son reversibles, son difícilmente replicables, comportan riesgo, el lapso que transcurre entre el momento en que se toma la decisión y aquel en que se pueden observar los resultados de la decisión es generalmente largo y tienen un impacto importante en el futuro de la empresa. Sin embargo, a pesar de su importancia, estas decisiones no siempre se toman o evalúan utilizando métodos, herramientas y procedimientos apropiados. Aún más preocupante es que, en general, las empresas invierten cantidades importantes de dinero en publicidad y estudios de mercadeo, por ejemplo, y muy poco en métodos y herramientas de soporte a la toma de decisiones. El Análisis de Decisiones es una disciplina relativamente joven, muy cercana a la administración de empresas, a la ingeniería industrial y a la economía, que se ocupa de estudiar

la estructura y las particularidades de un problema de decisión que comporta riesgo. Es un enfoque integrador que provee metodologías, modelos matemáticos y métodos computacionales, para analizar un problema de decisión de manera estructurada, identificando las mejores alternativas de solución con base en criterios claramente definidos. Gracias al gran desarrollo del computador personal y a los sistemas de información, las herramientas y modelos más comunes en la aplicación del análisis de decisiones están al alcance de cualquier ejecutivo de buen nivel.

El análisis de decisiones estudia y caracteriza con precisión los componentes de un proceso de decisión: la incertidumbre, las alternativas de decisión, los criterios de decisión y las preferencias del decisor.

El objetivo del análisis de decisiones es mejorar la calidad decisional de las empresas, para lo cual, de acuerdo con Matheson y Matheson [1998], es necesario contar con un marco conceptual apropiado, generar alternativas creativas y factibles, contar con información relevante y confiable, tener claridad sobre los criterios de decisión, utilizar un raciocinio lógico correcto (modelos de decisión apropiados) y tener un compromiso con la acción.

La calidad del proceso de decisión está estrechamente ligada a la calidad de la información (datos) con la que se cuenta y a la calidad del análisis de los datos disponibles. Es allí donde la estadística y la probabilidad desempeñan un papel fundamental en los procesos y en los modelos de decisión. Muchas de las variables que afectan una decisión son de tipo aleatorio; es decir, su comportamiento final no puede ser conocido de antemano. El análisis de decisiones maneja y modela de manera natural las variables aleatorias con base en su comportamiento probabilístico.

Un profesional con un conocimiento razonable en el campo de análisis de decisiones, está en capacidad de evaluar de manera sistemática y estructurada las decisiones de tipo estratégico, tiene mejores elementos para generar alternativas de solución a los problemas, tiene una percepción más precisa del riesgo asociado a una decisión y puede

soportar y justificar las razones por las cuales ha optado por una alternativa de solución a un problema. Se espera que ello redunde en mejores decisiones para la empresa y que se obtengan mejores resultados económicos.

Este libro, elaborado con base en la experiencia de más de una década del autor como profesor universitario y consultor en el área de análisis de decisiones en Colombia, tiene como propósito contribuir a que las empresas colombianas y latinoamericanas mejoren la calidad de sus procesos de toma de decisiones, así como sensibilizar a los ingenieros, administradores de empresas y economistas sobre la importancia de estructurar rigurosamente los procesos de decisión, haciendo uso de metodologías, herramientas y modelos especialmente concebidos para tal fin.

El análisis de decisiones se fundamenta en modelos y procedimientos matemáticos, pero es igualmente importante su componente artesanal en el sentido de que cada problema de decisión es único y exige una importante labor de construcción que no sigue procedimientos mecánicos, y que requiere profesionales con mente analítica, flexible y creativa.

El libro ha sido realizado deliberadamente con un énfasis práctico, pero no descuida los fundamentos teóricos de las metodologías y modelos que aquí se presentan. La mayoría de los casos presentados se basa en problemas reales en evaluación y toma de decisiones que ha enfrentado el autor en empresas y organizaciones colombianas como asesor y consultor en el tema, o como asesor de tesis de estudiantes de ingeniería y administración de empresas.

Finalmente, este libro es el resultado de un trabajo en equipo liderado con persistencia por el autor pero realizado con la muy valiosa colaboración de estudiantes de tesis y asistentes de investigación. Deseo, en ese sentido, agradecer a la Universidad de los Andes que me ha brindado el espacio intelectual y el apoyo para trabajar en un tema casi exótico en el momento de comenzar y, en particular, al departamento de Ingeniería Industrial y a la Facultad de Administración.

Quiero, sin embargo, hacer un reconocimiento especial a Álvaro José Mendoza, ingeniero industrial e Instructor del departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad de los Andes, quien ha puesto su mente brillante y su dedicación al servicio de este proyecto durante los dos últimos años, desarrollando casos, escribiendo apartes de algunos capítulos del libro y colaborando en la revisión detallada del manuscrito.

1

LOS PROCESOS DE DECISIÓN

COMPONENTES

LA INCERTIDUMBRE

EL DESEMPEÑO FINANCIERO DE una empresa, el resultado económico de un proyecto tecnológico, el rendimiento de un portafolio de inversión, la participación del mercado de un producto nuevo o el rendimiento de un pozo petrolero, entre otras, son variables típicamente no determinísticas; es decir, no es posible conocer previamente con certeza su resultado al final del período que se esté analizando. Decisiones relacionadas con los casos que se acaban de mencionar suponen riesgo, pues las consecuencias de este tipo de decisiones dependen, en menor o mayor medida, de lo que la teoría de la decisión llama genéricamente 'estados del mundo', refiriéndose a variables que el decisor no puede controlar (variables macroeconómicas, precios de un producto, comportamiento de la competencia, estados de la naturaleza y cambios tecnológicos, entre otros).

El hecho de que una variable tenga un comportamiento aleatorio (no determinístico) no significa que no la podamos analizar, conocer y modelar. Justamente de eso se han ocupado con éxito la teoría de la probabilidad y la estadística. En una etapa que en gran medida ya está superada, decisiones empresariales que implicaban riesgo se representaban y evaluaban por modelos determinísticos haciendo fuertes supuestos sobre el comportamiento de las variables aleatorias que se alejaban mucho de su posible comportamiento real. Hoy, gracias a los desarrollos teóricos y prácticos de la probabilidad, la estadística y la simulación, es posible desarrollar modelos probabilísticos que representan de manera apropiada y confiable los problemas de decisión que comportan riesgo.

La aproximación probabilística a la solución de problemas no determinísticos no consiste en la aplicación mecánica de modelos que permitan representar el comportamiento aleatorio de algunas de las variables relevantes en el análisis de un problema. Es, ante todo, una manera de pensar que analiza los resultados no en términos de certezas hipotéticas, sino con base en realidades probabilísticas, entendiéndolas como la representación de los resultados de las decisiones a través de variables con sus respectivas distribuciones de probabilidad, con sus estadísticas y niveles de confianza.

En relación con el nivel de incertidumbre, las decisiones pueden ser clasificadas en tres grandes grupos de acuerdo con sus posibles resultados:

Determinísticas

Decisiones cuyas consecuencias (resultados) pueden conocerse con certeza en el momento en que se toma la decisión.

Asumiendo riesgo

Decisiones cuyas consecuencias (resultados) no se conocen con certeza en el momento en que se toma la decisión, pero se conoce o se puede estimar su distribución de probabilidad.

Bajo incertidumbre

Decisiones cuyas consecuencias (resultados) no se conocen con certeza en el momento en que se toma la decisión y cuya distribución de probabilidad es desconocida.

Aunque los conceptos de *riesgo* e *incertidumbre* están estrechamente relacionados, conviene precisar el significado de cada uno de ellos.

Incertidumbre: está presente cuando la verosimilitud de un evento futuro es indefinida o no calculable. Algunos autores usan el término *incertidumbre* únicamente para casos de tipo no cuantitativo.

Riesgo: está presente cuando eventos futuros ocurren con una probabilidad medible. En ese sentido, el riesgo se refiere a determinadas incertidumbres representadas en variables específicas que pueden afectar los resultados de un sistema o de un individuo, y cuyos efectos pueden ser cuantificados a través de una distribución de probabilidad¹.

La mayoría de las decisiones estratégicas de las empresas no son de tipo determinístico aunque, frecuentemente, buscando simplificar los procesos de análisis, las evaluemos como si lo fueran. Más aún, los problemas que involucran variables estratégicas de las organizaciones usualmente, como se mencionó al comienzo de este capítulo, tienen un alto componente aleatorio. Tratar de analizar y de modelar problemas que en realidad tienen un componente aleatorio importante a través de una aproximación determinística, es normalmente una sobresimplificación que puede conducir a no seleccionar las mejores alternativas, y a subestimar o a sobrestimar sus consecuencias.

DECISIONES ESTRATÉGICAS

Las metodologías y modelos de análisis de decisiones están prioritariamente orientadas a la estructuración y evaluación de las llamadas decisiones estratégicas en las organizaciones, entendiendo por éstas

¹ Fuente: <http://www.econlib.org/library/Columns/Teachers/riskuncertainty.html>

aquellas decisiones que son difícilmente reversibles, usualmente no son replicables, implican riesgo, el lapso que transcurre entre el momento en que se toma la decisión y aquél en que se pueden observar sus resultados es largo y, finalmente, tienen un impacto importante en el futuro de la empresa.

ALTERNATIVAS DE DECISIÓN

La definición básica de una decisión es seleccionar entre dos o más alternativas. Cuando sólo hay una alternativa no podemos hablar propiamente de una decisión. La identificación de alternativas es un aspecto fundamental en un problema de decisión y, dependiendo de la complejidad del problema, requerirá de métodos más sistemáticos para llevarla a cabo. En un problema de decisión, las alternativas representan las posibles soluciones que el decisor quiere evaluar con base en sus preferencias. En ese sentido, se puede afirmar que las alternativas corresponden a aspectos del problema de decisión que están bajo el control del decisor.

La calidad final del proceso con base en el cual se ha tomado una decisión, está ligada al cuidado que se haya tenido en la identificación de las alternativas que han sido evaluadas.

LAS PREFERENCIAS DEL DECISOR

En el ámbito empresarial es claro que un mismo proyecto de inversión puede ser atractivo para un inversionista y, en cambio, poco atractivo para otro. ¿Por qué? Porque la evaluación de su beneficio depende de las preferencias del inversionista (decisor). La teoría de la utilidad se ha ocupado [von Neumann-Morgenstern; 1944]; [Keeney-Raiffa; 1976], como se verá más adelante, de representar de manera formal el comportamiento de los decisores con respecto al riesgo a través de lo que se conoce como las *funciones de utilidad*.

Por otro lado, la estadística bayesiana se ha ocupado de darle un marco teórico formal a lo que se conoce como probabilidades subjetivas, las cuales permiten expresar, en términos de probabilidad, las percepciones de un individuo en relación con la ocurrencia de un evento aleatorio.

EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS

En problemas de decisión sencillos, en los que hay unas pocas alternativas de decisión y en los que el proceso de decisión se puede describir con relativa facilidad, no se requiere de metodologías y modelos sofisticados para seleccionar la mejor alternativa. Pero a medida que la complejidad del problema de decisión aumenta, como sucede con los problemas reales, es necesario recurrir a metodologías que permiten estructurar el problema, y a modelos y herramientas cuantitativos que faciliten su análisis y evaluación. Los modelos de uso más extendido en el análisis de decisiones, como los árboles de decisión y los diagramas de influencia, están concebidos para evaluar alternativas de decisión, y permiten incorporar de manera natural el componente aleatorio en los problemas de decisión; es decir, permiten representar de manera explícita las variables aleatorias que son relevantes en el análisis.

UNA METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE DECISIONES

Como se mencionó en la Introducción, los modelos y herramientas cuantitativos en sí mismos no son suficientes para resolver los problemas de decisión de cierta complejidad. Antes que decidir el tipo de modelo y de herramienta que se va a utilizar en el análisis, es necesario describir con precisión el problema y estructurarlo apropiadamente con base en sus principales componentes, las variables relevantes, los actores o agentes involucrados en el proceso y las alternativas disponibles, entre otros aspectos.

Así mismo, ya mencionamos la importancia del análisis de decisiones para mejorar la calidad decisional de las empresas para lo cual, de acuerdo con Matheson y Matheson [1998], es necesario contar con un marco conceptual apropiado, generar alternativas creativas y factibles, contar con información relevante y confiable, tener claridad sobre los criterios de decisión, utilizar un raciocinio lógico correcto (modelos de decisión apropiados) y tener un compromiso con la acción.

La metodología que se presenta a continuación está orientada hacia ese propósito y ha sido concebida por el autor de este libro, con base en sus trabajos de investigación y consultoría en el tema, a lo largo de más de una década. La metodología ha sido utilizada con éxito en proyectos de investigación y consultoría en una buena variedad de problemas de decisión en organizaciones colombianas como compañías petroleras, entidades financieras y universidades, entre otras.

La *figura 1.1* resume los principales pasos de la metodología, los cuales deben ser ajustados y modificados de acuerdo con las características específicas del problema que se esté analizando. La metodología ha sido concebida como una guía general flexible que en ningún caso debe constituirse en una camisa de fuerza en la estructuración de un problema de decisión.

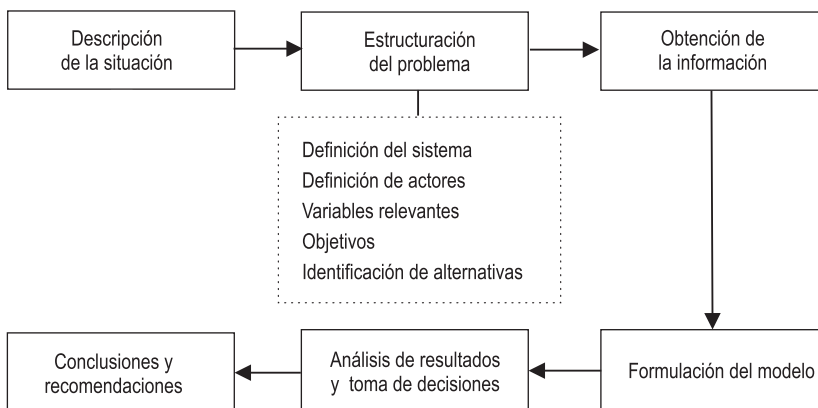


Figura 1.1 Metodología para el análisis de decisiones.

DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA

Descripción de la situación

Consiste en elaborar una síntesis del problema y sus principales componentes. Es como si el responsable del problema o el analista tuvieran que escribir un artículo de una página sobre el problema en una revista de divulgación. En ese artículo, sería necesario sintetizar los principales aspectos del problema, las variables relevantes para su análisis, las alternativas de solución y los enfoques para buscar una solución.

Estructuración del problema

En esta etapa se deben llevar a cabo los siguientes pasos:

- *Situación problemática expresada.* Se deben identificar y describir los principales aspectos del problema, los principales actores o agentes que están involucrados en el mismo y las relaciones más importantes entre ellos. Usualmente las relaciones entre los actores se deben expresar a través de variables así no estén, en esta etapa, perfectamente definidas. Con base en la identificación de los componentes del problema y de los actores o agentes involucrados, se debe realizar una lista inicial de las variables relevantes del problema. Ello incluye distinguir entre las variables de decisión y las variables aleatorias o fuentes de incertidumbre en el análisis del problema.
- *Generación de alternativas.* Con base en el análisis del paso anterior, se deben explicitar las alternativas de decisión (o de solución) del problema. Por lo general, es necesario hacer un ejercicio con los decisores o las personas más familiarizadas con el problema que se está analizando, orientado explícitamente a la generación de las alternativas de decisión que van a ser tenidas en cuenta en el modelo. En algunas ocasiones esta actividad se lleva a cabo en una o más etapas, en las cuales se generan alternativas y después se realiza algún proceso de tamizaje evitando manejar demasiadas alternativas en el modelo final.

- *Precisión del alcance del análisis (formulación de objetivos).* En este paso se debe precisar claramente el problema que se pretende resolver, los objetivos que se buscan y las posibles limitaciones del análisis.
- *Identificación de los modelos y de las herramientas.* Con base en los análisis previos, y una vez consultada y revisada la literatura relacionada con el problema, se debe identificar con precisión el tipo de modelos y de herramientas que se van a utilizar. Este paso es muy importante, pues de él depende el tipo de información que se requiere para el análisis del problema y para la construcción del o de los modelos de decisión. Se trata de saber en ese momento qué tipo de modelo (o de modelos) se va a utilizar y su posible orden de utilización. Generalmente, se elegirá algún o algunos de los modelos como árboles de decisión, diagramas de influencia, proceso analítico jerárquico, optimización y simulación, entre otros. En algunas ocasiones, más que un modelo preciso, se debe diseñar una metodología específica para el análisis del problema que puede constar de varios pasos e involucrar diferentes modelos y herramientas de análisis.

Obtención de la información

En esta etapa, con base en la identificación de variables relevantes y de la elección del modelo a utilizar, se debe recolectar toda la información y los datos necesarios para el análisis del problema y para alimentar los modelos. Es frecuente que en esta etapa haya problemas relacionados con la obtención de la información de algunas de las variables, para lo cual, de no resolverse, se deben realizar ajustes a los modelos inicialmente identificados.

Formulación y construcción del modelo

En esta etapa se deben llevar a cabo los siguientes pasos:

- *Estructuración conceptual del modelo.* Se trata de plasmar en un modelo conceptual el problema objeto del análisis, representando apropiadamente el proceso de decisión, sus variables relevantes, los criterios de decisión y las alternativas a evaluar. Un

buen modelo conceptual es la base fundamental de un buen modelo cuantitativo. Como se mencionó anteriormente, en muchos problemas de decisión es necesario desarrollar un modelo o una metodología relativamente compleja que requerirá de la utilización de modelos de diferente índole. En este caso, el modelo conceptual debe reflejar con precisión la secuencia en la que se utilizarán los modelos y su papel en cada una de las etapas del análisis.

- *Construcción detallada del modelo y descripción de sus variables.* Consiste en la construcción detallada del modelo incorporando las variables relevantes y las alternativas de decisión, por lo general usando un *software* especializado para el análisis de decisiones como *DPL*, *Expert Choice* y *Crystal Ball*, entre otros, o programas de optimización, simulación y análisis estadístico.
- *Interpretación conceptual del modelo.* En problemas de análisis de decisiones es fundamental que los modelos que permiten evaluar las decisiones tengan una clara interpretación conceptual para las personas relacionadas con el problema. Es necesario entender que los modelos de decisión son ante todo modelos que sirven de soporte a la toma de decisiones. Así, en la práctica no tiene sentido desarrollar modelos crípticos que seleccionan alternativas, pues no permiten una interacción fácil entre los analistas y los decisores.
- *Validación del modelo.* Aunque parezca obvio, es muy importante revisar que el modelo esté trabajando en la dirección correcta, que permita expresar apropiadamente la lógica del proceso de decisión y que haya incorporado las variables más importantes del problema.

Obtención y análisis de los resultados

En esta última etapa se deben llevar a cabo los siguientes pasos:

- *Selección de las mejores alternativas.* Una vez el modelo final es satisfactorio porque representa adecuadamente el problema de decisión, se procede a generar los resultados de la evaluación identi-

ficando la mejor o las mejores alternativas de decisión o de solución del problema.

- *Análisis de las alternativas finales.* Una vez evaluadas las alternativas y con base en los resultados producidos por el modelo, se debe hacer un análisis comparativo de las alternativas, identificando las debilidades y fortalezas de cada una de ellas.

PRECISIONES ADICIONALES SOBRE EL USO DE LA METODOLOGÍA

- *La complejidad de la realidad.* Los problemas reales en las organizaciones suelen ser complejos por el gran número de aspectos que se deben tener en cuenta, por la complejidad de las relaciones entre los actores, por la multiplicidad de objetivos que se pueden querer cumplir simultáneamente o por la falta de disponibilidad de información relevante, entre otras razones. En la práctica, los modelos que representan los procesos de decisión suelen ser una simplificación importante de la realidad. En la estructuración y análisis de un problema de decisión, es importante buscar un compromiso entre la construcción de un modelo razonablemente sencillo y la adecuada representación del problema. Exagerar el nivel de detalle en el diseño de un modelo, puede llevar a la imposibilidad de finalizar su diseño, usualmente por la dificultad en la especificación de las variables y de las relaciones entre ellas o por la imposibilidad de obtener información muy detallada. Por otro lado, una sobresimplificación del problema que se busca analizar puede conducir a la construcción de modelos que representan pobremente el problema, de manera que no son un buen soporte para la toma de decisiones. En resumen, un buen modelo incorpora los aspectos y variables relevantes del problema, permite representar satisfactoriamente el proceso de decisión y su secuencia lógica, y produce resultados que brindan un soporte real para la toma de la decisión. La recomendación más importante es que hay que darle prioridad a los aspectos globales y estratégicos del problema antes que