

SADMARK: SISTEMA DE DECISION EN MARKETING BASADO EN PROCESOS EXPERTOS DE JERARQUIZACION

*Ricardo del Olmo Martínez
Cesáreo Hernández Iglesias*

RESUMEN.—Las empresas y su entorno son cada vez más complejas y esta tendencia lejos de disminuir o desaparecer, crece día a día. Los resultados son simples: mayor dificultad a la hora de tomar decisiones, entre otras razones porque el número de alternativas disponibles es mucho mayor que antes debido a la mejora de la tecnología y a los sistemas de información y comunicaciones. En segundo lugar, las consecuencias de las decisiones son más difíciles de predecir pues ha crecido la incertidumbre. Finalmente, el coste de los errores es mucho mayor por la complejidad y magnitud de las operaciones, amortización y la cadena de reacción que un error puede causar en muchas partes de la organización.

1. INTRODUCCION

La tendencia a la globalización de los mercados y de la actividad empresarial que está marcando el paso del siglo XX al XXI, surge del impulso omnipresente del cambio tecnológico y más precisamente de las tecnologías de la información. Tecnología y globalización demandan una nueva forma de gestión y liderazgo, a fin de mejorar la competitividad de las empresas en esos nuevos mercados y satisfacer las necesidades de los posibles consumidores para mejorar su calidad de vida.

Esta nueva forma de gestión de la empresa es la utilización inteligente de la *capacidad gerencial*. Sexto, aunque impreciso, factor productivo, generador de valor añadido, después de la tierra, el trabajo, el capital físico, el capital humano y el capital tecnológico y raramente señalado en los cursos sobre principios de economía.

Es necesario, por lo anterior, que los directivos se sientan cómodos en la toma de decisiones en un entorno cambiante, y que acoplen sistemáticamente las estrategias funcionales y decisiones operativas con las corporati-

vas de mayor rango desde una visión de marketing estratégico pues, de acuerdo con Bello (1994), «nos orienta hacia el competidor y nos permite buscar y encontrar ventajas competitivas».

Todas estas transformaciones que están sucediendo en la sociedad, la avidez de información que nos caracteriza y la redefinición de las fronteras clásicas en todos los órdenes, desde los organizativos, sectoriales, y hasta políticos; han permitido el rápido desarrollo y la influencia creciente de las tecnologías de la información en todos los ámbitos de la vida, provocando incluso cambios culturales. Estos fenómenos son debido a dos hechos.

El primero está relacionado con la velocidad de cambio del comportamiento de los consumidores y el conocimiento más preciso de las ventajas comparativas de los productos y lo que, en definitiva, puede llamarse la mayor cultura de compra (Mazarrasa 1993). El segundo hecho está en el lado de la oferta. Para que cualquier empresa no sólo se desarrolle y crezca, sino que simplemente sobreviva en un entorno lleno de cambios en la demanda, en la tecnología y con la globalización de empresas y mercados, es necesario que reaccione inmediatamente ofreciendo innovaciones y mejoras en sus productos y servicios.

En consecuencia, la turbulencia presente en el mercado obliga a las empresas a plantearse estrategias globales, donde no primen unas actividades sobre otras, y donde se tenga en cuenta la relevancia estratégica de la tecnología (no sólo la asociada con los productos) y de la innovación, y que una buena gestión de las mismas es capaz de aportar valor añadido y rentabilidad, permitiéndonos así competir con alguna ventaja real. Por ello es importante estudiar el papel que juega la tecnología desde aspectos competitivos en cada eslabón de la cadena de valor.

Podemos afirmar, por tanto, que la tecnología, y en particular el cambio tecnológico, tiene gran importancia en la estrategia empresarial¹. Aparte de lo ya dicho, en bastantes sectores de la actividad económica una clave para obtener ventajas competitivas sostenibles es la adecuada gestión de la tecnología. Además, como dice A. Hax (Andreu, Ricart y Valor 1991): «las innovaciones tecnológicas pueden contribuir a cambiar la estructura de un sector o incluso a la creación de nuevos sectores. Muchas de las empresas consideradas líderes han tenido éxito al explotar ventajas tecnológicas que les han permitido reestructurar un sector ya existente o crear uno nuevo».

De hecho, la creciente importancia de la tecnología ha supuesto la búsqueda de metodologías que incorporen las consideraciones tecnológicas dentro de la planificación estratégica, englobadas en lo que se conoce como «gestión tecnológica». Se pretende así identificar y evaluar sistemá-

1 Un análisis de las opciones estratégicas basadas en la consideración de la tecnología como factor estratégico de ventaja competitiva puede encontrarse en Renau Piqueras, J. J. (1994): «La tecnología como ventaja competitiva: Opciones estratégicas basadas en la tecnología». *Revista Europea de Dirección y Economía de la Empresa*, 3 (1): 15-24.

ticamente tecnologías claves para el éxito de la empresa, planteando para ello una cartera tecnológica que permita analizar productos y procesos tecnológicos a través de una matriz tecnológica (Neubauer 1990).

Las anteriores conclusiones están refrendadas por la opinión de Segura (1992) que resalta la importancia de la capacidad gerencial: «En las tres últimas décadas la competencia internacional ha experimentado cambios muy profundos que han afectado a las estrategias empresariales... Los dos factores más importantes en la explicación de estas modificaciones son el cambio tecnológico y la concentración y transnacionalización de los negocios... La competitividad es una variable compleja que depende de muchos factores que tienen que ver no sólo con costes y precios sino con comportamientos estratégicos de las empresas, y ventajas de coordinación y configuración de las organizaciones».

Sin pretender comparar las distintas tecnologías existentes en la actualidad, es posible que las tecnologías de la información² destaquen sobre el resto por su potencial para transformar la naturaleza básica de las empresas³, en base a la creación de un flujo de información que evita la existencia de islas dentro de aquellas y la aparición de grupos de poder que controlen la información.

Sólo con un buen sistema de información será posible la focalización de la empresa al mercado, la disminución de los filtros de poder e información en las inevitables relaciones de agencia, y la acumulación del conocimiento y el desarrollo de subrutinas de trabajo. La quinta revolución (informática y telecomunicaciones) en la que estamos inmersos afecta de forma muy directa a la estructura de la empresa y principalmente a su competitividad, haciendo que la tecnología tenga una gran influencia sobre la estrategia empresarial.

Las oportunidades que las tecnologías de la información ofrecen para conseguir ventajas competitivas son innumerables como piensa Hax: «cualquier empresa puede hacer uso de ellas para construir barreras de entrada, para desarrollar costes de cambio, para cambiar drásticamente las bases competitivas en un sector determinado, para cambiar el equilibrio de los poderes en las relaciones con los proveedores, o para crear nuevos productos» (Andreu, Ricart y Valor op. cit.). Más aún, dentro de esas oportunidades no podemos olvidar la influencia de las tecnologías de la información en el equilibrio del poder de negociación entre la empresa y sus clientes (López 1997).

2 Las tecnologías de la información es una expresión genérica referida al hardware y software así como a las redes de comunicación. Es una componente esencial de cualquier sistema de información (SI); las otras componentes son el factor humano para diseñar, implantar y gestionar el sistema los aspectos organizativos específicos y el contexto empresarial en que funciona el sistema de información.

3 En Palacín y Garrido (1993) se analizan las consecuencias derivadas para la empresa de la adopción de las tecnologías de la información, fundamentalmente en el ámbito de los procesos productivos.

No obstante, la integración y utilización de las tecnologías de la información desde un punto de vista estratégico⁴, suponen que la dirección de las empresas necesita relacionar dichas tecnologías con sus planes estratégicos, tanto a nivel de unidad de negocio como a nivel corporativo. Así, como dice P. Stonham (Jelassi 1994), esta perspectiva enfatiza el papel estratégico que pueden jugar las tecnologías de la información en las organizaciones para alcanzar internamente un efecto estratégico organizativo y externamente un impacto competitivo en el mercado. Además esta nueva visión permite definir los sistemas de información estratégicos⁵ (SIS: Strategic Information Systems).

No nos equivocamos al afirmar que las tecnologías de la información utilizadas en la gestión permiten obtener ventajas estratégicas a las empresas, ya que el uso eficaz de dichas tecnologías para crear flujos de información se hará cada vez más esencial para el éxito a largo plazo de prácticamente todas las organizaciones, aunque la puesta en marcha de estas tecnologías dependerá fundamentalmente de una orientación informada por parte de los gestores de las empresas. Sin embargo, la mayoría de las organizaciones están aún lejos de aprovechar por completo las oportunidades estratégicas que ofrecen las tecnologías de la información.

Coincidimos con Emery (1990) en que en lo que resta de siglo, la sustitución de recursos costosos, tierra, trabajo y capital, por tratamiento de la información de bajo coste será, sin duda, una de las oportunidades más atractivas para seguir siendo competitivos en una economía global.

Una vez terminada la introducción, el resto del trabajo se estructura de la siguiente manera. En primer lugar estableceremos la importancia que tiene dentro de la estrategia empresarial disponer de sistemas de ayuda a la toma de decisiones, siendo una herramienta más dentro del desarrollo del plan estratégico de la empresa; para a continuación definirlos y establecer sus características más importantes, resaltando la importancia y complejidad de las decisiones en marketing. Se continuará hablando de los procesos analíticos jerárquicos como una metodología específica de los sistemas de ayuda a la decisión, muy útil para resolver los problemas multicriterio presentes en todas las áreas funcionales de la empresa, y en concreto en la de marketing. Por último comentaremos las conclusiones más interesantes del trabajo.

4 Unos interesantes comentarios sobre la dimensión estratégica de las tecnologías de la información en la empresa, se encuentran en Claver, E. y García, D. (1997): «Reflexiones en torno a la dimensión estratégica de las tecnologías de la información en la empresa». *ESIC-MARKET*, 63-77

5 Los sistemas de información estratégica son el uso de las tecnologías de la información para determinar o soportar la estrategia competitiva de la empresa, y sus planes para ganar o mantener las ventajas sobre los rivales (Ciborra 1994).

2. PLANIFICACION ESTRATEGICA, TECNOLOGIA Y DSS

El proceso de planificación estratégica debe reconocer los distintos papeles que juegan los diferentes gestores en la organización de la empresa a la hora de establecer y llevar a la práctica las estrategias de la empresa. Hay tres niveles jerárquicos conceptualmente básicos que tienen entidad propia y son esenciales en el proceso formal de planificación: corporativo, negocio y funcional (Hax y Majluf 1991).

Conviene resaltar que no necesariamente todas las organizaciones deben adoptar los anteriores niveles jerárquicos de forma estricta a la hora de realizar su planificación estratégica. Es decir, en unos casos se podrán comprimir dichos niveles y en otros habrá que establecer más.

El nivel corporativo agrupa las decisiones que por su naturaleza no pueden descentralizarse sin correr el riesgo de cometer grandes errores de suboptimización. El nivel negocio recoge las decisiones dirigidas a conseguir y mantener la ventaja competitiva a largo plazo de todos los negocios de la organización. Las decisiones estratégicas tomadas en este nivel deben ser congruentes con las decisiones corporativas, sujetas a las restricciones de los recursos asignados a cada unidad de negocio. Por último, las estrategias funcionales no sólo consolidan las necesidades funcionales pedidas por los componentes de las unidades de negocio de la empresa, sino que también constituyen las últimas depositarias de los puntos de vista competitivos para desarrollar la competencia única de la empresa.

La figura 1 presenta un modelo del proceso final de planificación donde pueden apreciarse los tres niveles fundamentales de toma de decisiones por parte de los gestores. Se incluye, de forma explícita, un conjunto de herramientas operativas y optimizadoras, donde están recogidos los sistemas de ayuda a las decisiones (DSS: Decision Support Systems), como elementos de apoyo para el mejor uso de la capacidad gerencial.

Una forma de poner en práctica el anterior modelo es a través de los planes de marketing estratégico (Olmo, Hernández y González 1993; Hernández, Olmo y García 1994), que nos permiten desarrollar el esquema de la figura 1 en los tres niveles jerárquicos de toma de decisiones, incluyendo un conjunto de herramientas cuantitativas y cualitativas que conforman un sistema de ayuda a la decisión para definir y desarrollar las estrategias de la empresa en sus diferentes niveles.

La empresa debe orientarse a alcanzar ventajas competitivas y en satisfacer a los consumidores, lo que supone un enfoque de marketing estratégico, caracterizado por estar descentralizado del nivel de negocio y abarcar los tres niveles jerárquicos de la empresa. Las claves están en comprender las necesidades de los consumidores, inducir nuevas necesidades y desencadenar el comportamiento de compra. Las principales decisiones se refieren a la inteligencia de marketing, definición y análisis de mercados, estrategias de producto, desarrollo e introducción de nuevos productos y estrategias de distribución, precio, promoción y publicidad (Hax y Majluf op. cit.).

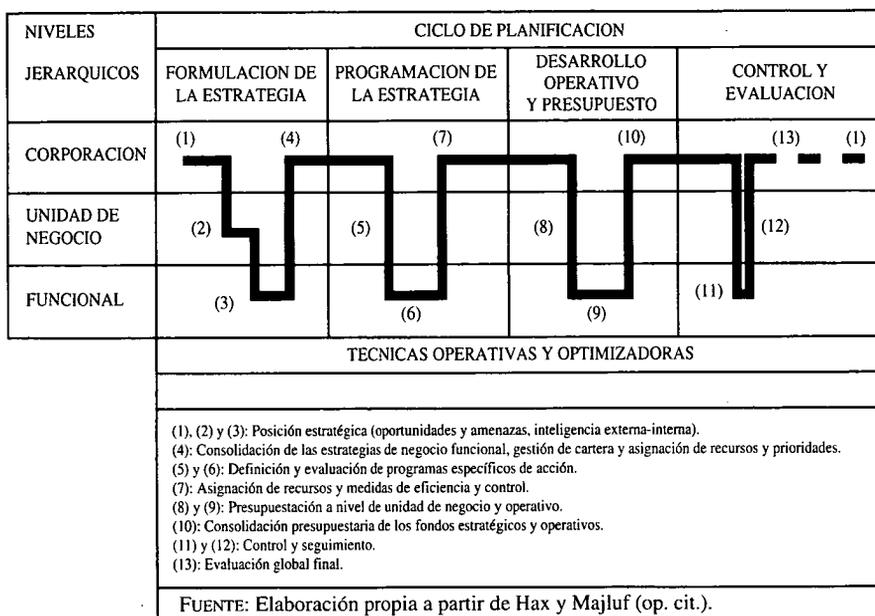


FIGURA 1. Modelo de planificación estratégica.

De hecho, esta aproximación tiene en cuenta la cadena de valor de Porter y las oportunidades que la tecnología ofrece a la empresa quedan perfectamente recogidas, mejorando así la posición competitiva de la empresa en su sector económico. Algunas formas de aplicación de las tecnologías de la información a la cadena de valor pueden encontrarse en Andreu, Ricart y Valor (op. cit.), Cash, McFarlan y McKenny (1990) y Emery (op. cit.).

Un punto que ha quedado claro en las últimas décadas es que los sistemas de información nunca podrán sustituir a las personas en la toma de decisiones no triviales; es decir, en la mayoría de las actividades de la empresa. Una consecuencia es el desarrollo de sistemas de ayuda a la decisión (DSS) que, aprovechando la tecnología en el terreno de los sistemas de información para la gestión (MIS), ayudan a los responsables de las empresas a la hora de tomar decisiones estratégicas que afectan al futuro de la corporación.

Los anteriores conceptos han inducido un importante avance al incrementar las aplicaciones de las tecnologías de la información⁶, enriqueciendo al mismo tiempo la cultura empresarial; pues aunque, como es conocido, no todos los procesos son automatizables, entre ellos la toma de

6 Una utilización de las tecnologías de la información para planificación a nivel corporativo se encuentra en ANDREU, R.; RICART, J. and VALOR, J. (1994): «Information Systems Planning at the Corporate Level». In C. Ciborra and T. Jelassi (eds.): *Strategic Information Systems: A European Perspective*. Chichester: John Wiley.

decisiones, si que pueden beneficiarse de la compartición de la información de la empresa.

Aún así, los rápidos avances habidos en microelectrónica han provocado que las tecnologías de la información se hayan desarrollado horizontal y verticalmente, lo que ha permitido también una mejora de la efectividad de la toma de decisiones por los gestores, especialmente en problemas complejos.

Entre las diversas tecnologías de la información destacamos los sistemas de ayuda a la decisión (DSS), los sistemas de información a ejecutivos (EIS), los sistemas expertos⁷ (ES) y las redes neuronales (NN), conocidas todas ellas como sistemas de ayuda a la gestión (MSS). Por ejemplo, los DSS han demostrado su utilidad en la gestión empresarial proporcionando ahorros sustanciales de tiempo y dinero. Aunque estas tecnologías aparecen como sistemas independientes son fácilmente integrables (ver Turban 1990). No obstante, hay que resaltar que no son la panacea para resolver todos los problemas de todas las empresas.

Ya adelantaba Ansoff⁸ en 1965 que: «La toma de decisiones con computador es potencialmente la herramienta más potente que estará disponible para la empresa del mañana. Incrementará grandemente la capacidad de los gestores para explorar rápida y eficientemente numerosas oportunidades empresariales —un proceso que es oscuro y lento hoy—. Permitirá también a los gestores combinar análisis cuantitativo de factores empresariales tangibles con otros intangibles como el riesgo y variables sociales y culturales. A la luz de estos potenciales, las técnicas de toma de decisiones actuales parecerán probablemente a los gestores del futuro como la edad de piedra de la toma de decisiones empresariales».

Se abre, de este modo, un mercado para el desarrollo de métodos y utilidades informáticas que sirvan de soporte a la decisión empresarial en sistemas mal estructurados, por la naturaleza de la información o la decisión, típica de entornos cambiantes o turbulentos.

Estos sistemas de ayuda a la decisión cubren esa necesidad y pueden considerarse como modelos simbióticos en la terminología de Ansoff y McDonnell (1990). El directivo y el computador son socios que trabajan en tiempo real, compartiendo la dimensión estratégica y operativa en el contexto de un plan de marketing estratégico. El ordenador ayuda desde la lógica de un análisis estratégico «normalizado» y desde su facilidad para procesar bases de datos complejas. Los directivos contribuyen con sus juicios y habilidad personal, para proponer decisiones desde bases insuficientemente estructuradas. Lo más importante de este tipo de modelos es la continua interacción entre el usuario y el PC. El primero

7 Aplicaciones de los sistemas expertos a decisiones estratégicas, financieras, marketing y producción, pueden encontrarse en: HERTZ, D.B. (1988): *The Expert Executive*. New York: John Wiley.

8 Ansoff, H.I. (1965): «The firm of the future». *Harvard Business Review*. Septiembre-Octubre.

ño se construye un modelo que represente el problema a resolver, lo que se hace a partir de un conjunto de hipótesis que simplifican la realidad y que establecen las relaciones entre todas las variables identificadas previamente. A continuación, el modelo se valida y se establecen los criterios para la evaluación de diferentes alternativas que también son identificadas.

La fase de elección incluye una solución del modelo, no la del problema que representa. La solución se contrasta entonces y si es razonable se pasa a la última fase: la implantación.

El éxito de la implantación se mide por los resultados obtenidos al resolver el problema original. Pero ¿qué es la implantación? Maquiavelo ya dijo astutamente hace 400 años, en su obra *El Príncipe*, que nada más difícil de verificar, ni más incierto de éxito, ni más peligroso de dirigir, que iniciar un nuevo orden de cosas. Esto es precisamente la implantación, o con palabras actuales la introducción de un cambio.

Por último, los sistemas de ayuda a la toma de decisiones soportan todas las fases del proceso de toma de decisiones (Sprague y Carlson 1982), al igual que los sistemas expertos.

Pero, ¿qué son los sistemas de ayuda a la decisión? En primer lugar diremos que fueron desarrollados conceptualmente a comienzos de la década de los 70 por M.S. Scott-Morton (Dyer y Forman 1991) bajo el término de «Sistemas de Decisión para la Gestión». Definió tales sistemas como: «sistemas interactivos de ordenador⁹ que ayudan en la toma de decisiones empleando datos y modelos para resolver problemas no estructurados».

Otra definición clásica de estos sistemas, debida a Keen y Scott-Morton (Turban op. cit.), dice: «Sistemas de ayuda a la decisión que unen los recursos intelectuales de los individuos con las posibilidades del ordenador para mejorar la calidad de las decisiones. Es decir, es un sistema de ayuda con el ordenador para la toma de decisiones de los gestores que trabaja con problemas semiestructurados».

Una definición más refinada se la debemos a Little (1970, 1979) que define los DSS como «modelos basados en un conjunto de procedimientos para procesar datos y juicios que ayuden a los gestores en la toma de sus decisiones». Argumenta que para que estos sistemas tengan éxito han de ser simples, robustos, fáciles de controlar, adaptativos, completos en temas importantes, y fáciles para comunicarse con ellos.

A lo largo de los años 70 se han dado múltiples definiciones de los sistemas de ayuda a la decisión, de las cuales destacaremos la debida a P. Keen (Turban op. cit.) que aplica el término DSS a «situaciones donde puede desarrollarse un sistema 'final' sólo a través de un proceso adaptativo de aprendizaje y evolución». Define los sistemas de ayuda a la decisión como «el producto de un proceso de desarrollo en el que el

9 Un sistema de ayuda a la decisión (DSS) puede desarrollarse y utilizarse sin un ordenador.

usuario del sistema, el constructor y el propio sistema son capaces de influenciarse unos a otros, cuyo resultado es una evolución del sistema y de los patrones de sus usos».

Analizando las anteriores definiciones, se concluye que no existe un focus consistente. De hecho, parte de las mencionadas caracterizaciones son bastante restrictivas, y una definición lo suficientemente amplia sería algo así como: un sistema de ayuda a la decisión es cualquier sistema que contribuya de alguna manera a la toma de decisiones.

Ginzbert y Stohr (Dyer y Forman op. cit.) definen los DSS como: «sistemas que intentan ayudar en la toma de decisiones en situaciones de decisiones semiestructuradas». Así, estos sistemas son adjuntos a los gestores, para ampliar sus capacidades pero no para sustituir sus juicios y no pretenden además que la decisión final pueda especificarse mediante un algoritmo que se ejecute en un ordenador.

En las anteriores definiciones hay cuatro aspectos a destacar:

1. Los sistemas de ayuda a la decisión incorporan datos y modelos.
2. Están diseñados para ayudar a los gestores en sus procesos de decisión en tareas semiestructuradas y/o no-estructuradas.
3. Las ayudas no reemplazan el juicio del gestor.
4. El objetivo de los DSS es mejorar la eficacia de la decisión, no la eficiencia con que las decisiones se toman.

Aún cuando existen diferentes definiciones de los DSS, es bien cierto que no ha surgido una definición sencilla aceptada por todos, se podría alcanzar una cierta convergencia en las opiniones a través de la identificación de las características¹⁰ de los sistemas de ayuda a la decisión. Estas características pueden resumirse en:

- Capacidad para resolver problemas complejos, semiestructurados y no-estructurados, no abordables con otras aproximaciones.
- Respuesta rápida a las situaciones inesperadas resultantes del cambio de las condiciones: análisis de escenarios alternativos.
- Capacidad para ensayar diversas estrategias bajo diferentes configuraciones, rápida y objetivamente.
- Nuevos conocimientos y aprendizaje.
- Facilidad de comunicación. Los sistemas de ayuda a la decisión implican modelos en los que los usuarios han de transmitirse información.
- Mejora el control de la gestión y el comportamiento de la organización.

10 Un desarrollo completo de las características y capacidades de los sistemas de ayuda a la decisión puede encontrarse en las siguientes obras: ALTER, S. (1980): *Decision Support Systems: Current Practice and Continuing Challenges*. Mass: Addison-Wesley. KEEN, P.G.W. and WAGNER, G.R. (1979): «DSS: An Executive Mind Support System». *Datamation*, 25: 117-122. THEIRAUF, R.J. (1982): *DSS for Effective Planning and Control*. Englewood Cliffs: Prentice Hall.

— Reducción de costes. La utilización de estos sistemas puede suponer una reducción de costes, llegando incluso a eliminarse el coste de las decisiones erróneas.

— Decisiones objetivas. Las decisiones son más objetivas y consistentes que las tomadas intuitivamente, lo que implica decisiones de alta calidad y con mayor posibilidad de éxito.

Las anteriores características permiten mejorar la eficacia de la gestión y la eficiencia personal. Finalmente, los sistemas de ayuda a la decisión pueden emplearse indistintamente de forma individual y/o en grupos.

La existencia de problemas en las organizaciones motiva que los gestores deban tomar decisiones, pero antes de tomarlas deben conceptualizar el problema a resolver en base, por ejemplo, al grado de estructura del mismo. Para Simon (op. cit.) las decisiones varían desde altamente estructuradas (llamadas programadas) hasta altamente no-estructuradas (no programadas). Los procesos estructurados se refieren a problemas rutinarios y repetitivos para los cuales existen soluciones estándares. Los procesos no-estructurados se corresponden con problemas «borrosos» y complejos para los que no hay soluciones establecidas previamente.

Cuando las tres fases del proceso de toma de decisiones son estructuradas¹¹ estamos ante la presencia de un problema totalmente estructurado. Por contra, un problema no-estructurado es aquel en el que ninguna de las tres fases del proceso es estructurada. Y, cuando alguna de las fases del proceso de decisión, pero no todas, es estructurada, estamos ante un problema semiestructurado.

Si a esta estructuración de las decisiones de Simon, le añadimos la taxonomía de Anthony (1965) que agrupa en tres amplias categorías todas las actividades de gestión: (1) planificación estratégica: objetivos a largo plazo y políticas de asignación de recursos; (2) control de gestión: adquisición y utilización eficaz de los recursos en el logro de los objetivos de la organización y (3) control operativo: la eficaz y eficiente ejecución de tareas específicas podemos establecer la estructura para la ayuda a la toma de decisiones presentada en la tabla 1. Como puede verse en la columna de la derecha, los sistemas de ayuda a la decisión se emplean en la resolución de problemas semiestructurados y no-estructurados.

Para terminar este apartado nos preguntamos ¿por qué hay necesidad de utilizar los sistemas de ayuda a la decisión en márketing? En márketing como en el resto de las áreas funcionales de la empresa, los problemas, aún siendo de diferente naturaleza, tienen en común su complejidad, ya que presentan múltiples alternativas posibles (al menos dos), evaluadas por numerosos criterios u objetivos (al menos dos).

11 Una fase estructurada es aquella cuyos procedimientos están estandarizados, los objetivos son claros y las entradas y salidas perfectamente especificadas.

TABLA 1. Estructura para la ayuda a la toma de decisiones.

TIPO DE DECISION	TIPO DE CONTROL			AYUDA NECESARIA
	CONTROL OPERATIVO	CONTROL DE GESTION	PLANIFICACION ESTRATEGICA	
ESTRUCTURADA	Ordenes de entrada Facturas cobradas	Análisis presupuestario Previsión a corto plazo Informes personales Análisis de producción y de compras	Gestión financiera (inversión) Localización de almacenes Sistemas de distribución	MIS investigación Operativa
SEMIESTRUCTURADA	Secuenciación de la producción Control de stocks	Evaluación de créditos Preparación de presupuestos Layout de plantas Secuenciación de proyectos Diseño de sistemas de remuneración	Construcción de nuevas plantas Adquisiciones y fusiones Planificación de nuevos productos Planificación de compensaciones Planificación de la calidad	DSS
NO-ESTRUCTURADA	Selección de la cubierta para una revista Compra de software Autorización de préstamos	Negociación Selección de un ejecutivo Compra de hardware Lobbying	Planificación de I+D Desarrollo de nueva tecnología Planificación de responsabilidad social	DSS ES

FUENTE: E. Turban (1990).

Siempre los problemas complejos requieren soluciones complejas, mal que nos pese. Basándonos en Dyer y Forman (op. cit.), presentamos algunas consideraciones que resaltan la importancia y complejidad de las decisiones en márketing:

1. Hay múltiples decisiones estratégicas con diversas alternativas a considerar. Las decisiones tomadas deben ser coherentes con el plan de marketing estratégico de la empresa.

2. La elección de la alternativa más interesante supone resolver un problema de decisión multicriterio o multiobjetivo. Por ejemplo, el desarrollo de un nuevo producto.

3. Las decisiones en márketing se complican a menudo por el hecho de que las alternativas están en conflicto con los diferentes criterios utilizados.

4. La naturaleza de los criterios utilizados provoca más complicaciones al ser tanto cuantitativos como cualitativos. Con frecuencia en márketing se trabaja con datos muy subjetivos de exactitud y validez cuestionables.

5. Mucha información empleada en marketing es inconsistente, incompleta o no disponible y está relacionada con variables incontrolables, cambiantes en el tiempo y disponibles únicamente desde fuentes externas a la empresa (información de clientes actuales y potenciales, competidores, etc.).

6. Por último, un aspecto adicional a considerar en la complejidad de las decisiones en márketing proviene de los diversos decisores implicados en el proceso.

Estos argumentos concuerdan con la evidencia experimental que demuestra que es difícil hacer juicios consistentes cuando se considera más de un criterio. Ello hace necesario un sistema de ayuda a las decisiones en márketing.

No obstante, a pesar de las anteriores razones que justifican la complejidad de las decisiones en márketing, podemos hablar también de las implicaciones de riesgo financiero presente en aquellas:

a) Los costes en márketing representan un alto porcentaje de los costes finales de muchos bienes y servicios. Así, en algunas empresas pueden superar el 80 % del coste total.

b) Las decisiones de márketing están interrelacionadas con las de otras áreas de la empresa: producción, finanzas, recursos humanos, dirección, etc.

c) Las decisiones de márketing tienen una doble responsabilidad: generar beneficios y controlar los costes a la vez.

d) No debemos olvidar que las decisiones de márketing tienen una repercusión directa en la imagen de la empresa a través de la percepción que tienen de la misma los consumidores y demás agentes de los mercados.

Todo lo anterior obliga a que los directivos y gestores empleen herramientas que les ayuden a mejorar sus decisiones, disminuyendo al mismo tiempo el riesgo implícito en ellas.

En general, las decisiones implican un conjunto más o menos grande de atributos o criterios a considerar. Por ello, dentro de los métodos de decisión multicriterio, nos hemos decantado por los procesos analíticos jerárquicos (AHP) por diversas razones, entre las que podemos destacar la posibilidad de emplear simultáneamente criterios cuantitativos y cualitativos. Es una metodología genérica, no específica, muy bien formalizada y sistematizada. Implantable en un ordenador sin dificultad, lo que supone facilidad de cálculos y aumento de la complejidad del problema a resolver.

4. PROCESO ANALITICO JERARQUICO

El proceso analítico jerárquico (Analytic Hierarchy Process: AHP) es una técnica que integra criterios cuantitativos y cualitativos en la toma de decisiones multicriterio, particularmente útil para evaluar alternativas complejas con multiatributos que implican criterios subjetivos o intangibles.

Aunque sus principales aplicaciones se encuentran en el área de la planificación socioeconómica, también es aplicable a la resolución de diversos problemas como por ejemplo los de los sistemas de producción/fabricación (Partovi y Hopton 1994), dirección de operaciones (Partovi, Burton y Banerjee 1990), justificación de sistemas de fabricación flexible (Madu y Georgantzis 1991), implementación de técnicas JIT (Norris 1992), eva-

luación de inversiones en capital (Boucher, Gogus y Wicks 1997), marketing (Dyer y Forman op. cit.), y transferencia de tecnología inter o intra, entre otros.

Debemos mencionar también sus aplicaciones en el sector público como por ejemplo las de Azis (1990), Barbarosoglu y Pinhas (1995), Bard y Sousk (1990), Ehie y Benjamin (1993), y Sutardi, Bector, Goulter y Cheng (1994).

Una aplicación interesante de los procesos analíticos de jerarquías es como método de previsión tecnológica (Levary y Han 1995), sobre todo en situaciones tales en que el grado de similitud entre la tecnología propuesta y las existentes es bajo o cuando hay muchas variables que afectan al desarrollo tecnológico. El AHP identifica la estructura de una nueva tecnología y define su jerarquía; posteriormente evalúa las relaciones entre los principales factores que afectan al proceso de su desarrollo a través de una comparación dos a dos.

Definimos los procesos analíticos jerárquicos como modelos de decisión multicriterio que emplean estructuras jerárquicas o redes para representar problemas de decisión y desarrollar prioridades para las alternativas en base a los juicios que el decisor tiene sobre el sistema (Saaty 1987).

La fundamentación teórica y empírica del proceso analítico de jerarquías se ha establecido a partir de estudios realizados sobre el proceso mental de desarrollo de juicios; salvando los problemas asociados con el análisis pros/contras y la técnica de puntuaciones y ponderaciones al utilizar la estructura jerárquica del problema de decisión, las comparaciones dos a dos de los elementos de la jerarquía y juicios redundantes. Es posible, por tanto, disminuir los errores y tener una medida de la consistencia de los juicios.

Como dicen Dyer y Forman (op. cit.): «El uso de la redundancia permite precisar las prioridades derivadas de los juicios verbales incluso aunque las palabras por sí mismas no sean muy precisas. Esta propiedad abre un nuevo mundo de posibilidades ya que se pueden usar palabras para comparar factores cualitativos y obtener una clasificación de las prioridades que puede combinarse con factores cuantitativos».

Un proceso analítico jerárquico tiene tres etapas: (1) diseño de la jerarquía; (2) procedimiento de priorización; y (3) cálculo de resultados. Estas etapas para algunos investigadores, como Boucher y MacStravic (1991), son en realidad cinco: a.) descomposición hacia abajo del problema de decisión en una jerarquía de elementos de decisión; b.) recogida de datos por comparación dos a dos de los elementos de decisión; c.) comprobación de la consistencia de los datos utilizando el método del autovalor máximo; d.) cálculo de los pesos relativos de los elementos de decisión como los autovectores de la matriz de preferencias (juicios dos a dos); y e.) obtención de un resultado numérico por agregación de los pesos relativos de los elementos de decisión. Como puede observarse, la etapa a.) es la denominada (1); las etapas b.), c.) y d.) corresponden a (2); y por último la etapa e.) es equivalente a (3).

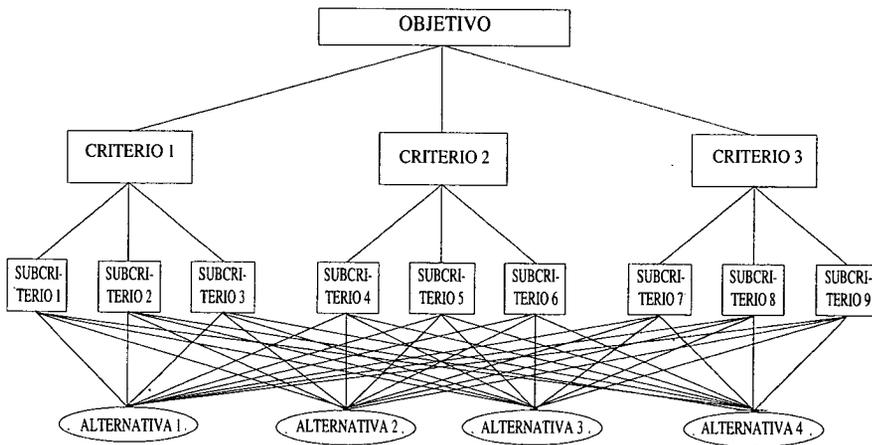


FIGURA 3. Representación jerárquica de una decisión

La figura 3 muestra la descomposición jerárquica hacia abajo de un problema complejo de decisión multicriterio, observándose que cada nivel está compuesto de elementos específicos. El objetivo general del proceso de toma de decisión es el nivel superior de la jerarquía, y los criterios, subcriterios y decisiones alternativas son los respectivos niveles descendentes de la jerarquía. A priori no hay límite al número de niveles de una estructura jerárquica ni al número de elementos dentro de cada nivel.

Una vez construida la estructura jerárquica, el decisor comienza el proceso de priorización a fin de determinar la importancia relativa de los distintos elementos en cada nivel. El decisor obtiene los datos por el proceso de comparar dos a dos las entidades de un mismo nivel jerárquico al considerar su importancia relativa respecto a una entidad específica del siguiente nivel superior. Así, si un nivel dado de la jerarquía incluye n elementos a comparar, son necesarias $n(n-1)/2$ comparaciones dos a dos. Para evaluar las preferencias en cada par de elementos se utiliza una escala que varía de 1 a 9 (ver tabla 2) desarrollada por Saaty (1980). Se ha demostrado experimentalmente que esta escala ofrece una discriminación razonablemente buena.

TABLA 2. Escala de comparaciones dos a dos.

JUICIO VERBAL	VALOR NUMERICO
Extremadamente preferido	9
De muy fuertemente a extremadamente	8
Muy fuertemente preferido	7
De fuertemente a muy fuertemente	6
Fuertemente preferido	5
De moderadamente a fuertemente	4
Moderadamente preferido	3
De igualmente a moderadamente	2
Igualmente preferido	1

Cada comparación dos a dos representa una estimación de la prioridad o peso de los elementos comparados. De este modo, para cada conjunto de comparaciones se obtiene una matriz

$$A = [a_{11}, a_{12}, \dots; a_{21}, a_{22}, \dots; \dots; a_{n1}, a_{n2}, \dots, a_{nn}],$$

donde a_{ij} es la importancia relativa o preferencia del decisor por i respecto j , verificándose además que $a_{ij} = 1/a_{ji}$ y $a_{ii} = 1$.

La matriz A es perfectamente consistente si $a_{ik}/a_{ij} = a_{jk}$, para todo i, j, k .

Cuando el decisor establece las preferencias dos a dos, se supone que desconoce el vector de ponderaciones que caracteriza el peso relativo de cada entidad. La estimación de \mathbf{W} , vector de pesos, es la solución a

$$A \mathbf{W} = \lambda_{max} \mathbf{W}$$

donde A es la matriz de preferencias observada, λ_{max} el mayor autovalor de A , y \mathbf{W} la estimación de \mathbf{W} .

El proceso de agregación consiste en multiplicar los pesos a través de la jerarquía.

Una consideración importante a tener en cuenta cuando se emplea el proceso analítico jerárquico es el concepto de consistencia¹². La inconsistencia —falta de consistencia— puede ser el resultado de una conceptualización impropia de la jerarquía, falta de información, lapsus mental o errores de copia. Los juicios veraces son consistentes, pero los juicios consistentes no necesariamente son veraces; así la consistencia es necesaria pero no suficiente para tomar una buena decisión.

En orden a calcular el ratio de consistencia, medida del grado en que las comparaciones dos a dos son consistentes, se parte del índice de consistencia (CI) que responde a la ecuación:

$$CI = (\lambda_{max} - n) / (n - 1)$$

Saaty, a fin de obtener una interpretación exacta del índice de consistencia, simuló aleatoriamente un gran número de matrices de preferencias de diferentes tamaños, calculando sus índices de consistencia llegando a un índice de consistencia medio para cada tamaño de matriz de preferencias, que denominó RI ¹³ (índice aleatorio de consistencia) —es también una función del número de elementos que están siendo comparados. Así, el ratio de consistencia (CR) se obtiene como:

$$CR = CI/RI$$

12 Para una amplia discusión sobre la consistencia pueden utilizarse las siguientes referencias: JENSEN, R.E. (1984): «An Alternative Scaling Method for Priorities in Hierarchical Structures». *J. of Mathematical Psychology*, 28: 317-332. SAATY, T.L. and VARGAS L.G. (1984): «Inconsistency and Rank Preservation». *J. of Mathematical Psychology*, 28: 205-214.

13 Una tabla del índice aleatorio (RI) puede encontrarse en Saaty (1980).

Valores menores de 0,1 del ratio de consistencia indican resultados aceptables (Saaty 1980). Una alta inconsistencia en cualquier nivel o en el resultado final no invalida el modelo por completo, pero representa una garantía para que los juicios sean revisados.

Existen cuatro conceptos básicos (axiomas) a tener en cuenta en cualquier aplicación AHP, que además establecen su viabilidad matemática. En Saaty (1986) y Harker y Vargas (1987) puede encontrarse un desarrollo detallado de estos axiomas:

1. Condición recíproca. Surge de la idea intuitiva de que si un elemento A es n veces preferido a B , entonces B es $1/n$ veces preferido a A .
2. Homogeneidad. Las comparaciones son posibles sólo si los elementos son comparables. En otras palabras, no se pueden comparar vendedores con coches, por ejemplo.
3. Independencia. Indica que la importancia relativa, o prioridad, de un elemento en cualquier nivel no depende de los elementos incluidos en un nivel inferior.
4. Expectativas. Supone que una jerarquía debe ser descrita completamente, y que no deben faltar ni criterios ni alternativas, y por contra no debe haber exceso de los mismos en la jerarquía. El principal propósito de este axioma es tratar el aspecto de la eliminación o adición de alternativas. La violación de este axioma junto con el tercero se traduce en el grado de contrariedad.

Uno de los aspectos más debatidos del proceso analítico jerárquico es el relacionado con el grado de contrariedad causado porque las prioridades de las alternativas pueden cambiar al añadir una nueva o cuando alguna de las existentes se elimina del problema.

Si se respetan los axiomas de independencia y expectativas desaparece este problema del grado de contrariedad, ya que la prioridad/peso de un criterio de nivel superior no cambiará si se añade una nueva alternativa o si se suprime una alternativa. Saaty (1990) argumenta que el grado de contrariedad es legítimo en algunas circunstancias que implican medidas relativas donde la preferencia por una alternativa está determinada por todas las otras alternativas. En este sentido, las alternativas no son independientes de las demás para la determinación de sus prioridades. Cuando es necesario preservar el rango en referencia a una alternativa irrelevante, se puede añadir una alternativa ideal.

Schoner y Wedley (1989) opinan que la independencia entre niveles jerárquicos siempre se viola excepto en casos triviales. Han desarrollado un «AHP referenciado» como una aproximación para obtener los ajustes necesarios. Belton y Gear (1984) proporcionan otra aproximación alternativa al problema.

En particular, Dyer (1990) es muy crítico con los procesos analíticos jerárquicos en este aspecto. Considera que el problema puede resolverse si el AHP adopta conceptos de la teoría de la utilidad multiatributo y se

obtienen los pesos usando intervalos en vez de escalas de proporciones. Saaty (1990) y Harker y Vargas (1990), por contra, afirman que las condiciones axiomáticas teóricas del AHP han sido malentendidas completamente, y que el AHP no debe ser visto como una extensión de la teoría de la utilidad sino como un nuevo cuerpo de investigación.

Con independencia de este debate, los procesos analíticos jerárquicos siguen siendo considerados por muchos como una herramienta de decisión muy importante y continua siendo muy usada por su amplitud.

Del desarrollo anterior, resumimos que los principales beneficios de los AHP son: (1) formalizar y construir sistemáticamente lo que es ampliamente un proceso subjetivo de decisión lo que facilita juicios «exactos»; (2) es un método bi-producto, los gestores reciben información sobre los pesos implícitos en los criterios de evaluación, y (3) el uso de los ordenadores permite realizar análisis de sensibilidad de los resultados. Otra ventaja del empleo de los AHP es que resulta una mejor comunicación, conduce a aclarar la comprensión y el consenso entre los miembros de los grupos de decisores, y por tanto su compromiso con la alternativa elegida.

El proceso analítico de jerarquías es una metodología que ha sido trasladada al ordenador en dos programas de software diferentes: Expert Choice desarrollado por Forman, Saaty, Selly y Waldron y comercializado por la empresa Decision Support Software; y Automan desarrollado por Weber para el National Institute of Standards and Technology (NISTIR). Automan se ha diseñado específicamente para evaluar sistemas de fabricación; mientras que Expert Choice es un paquete para la resolución de problemas de decisión genéricos.

En el Laboratorio de Organización Industrial y Producción (LOIP) del GIO hemos desarrollado un programa de ordenador que permite, de forma sencilla, utilizar el proceso analítico de jerarquías en la toma de decisiones y que denominamos SADMARK. Permite construir rápidamente una estructura de la jerarquía, a partir de la que se desarrollan las comparaciones dos a dos necesarias para establecer las prioridades de las alternativas de decisión.

SADMARK además de proporcionar las prioridades globales de las alternativas de decisión, permite realizar también análisis del tipo ¿qué sucedería si ...?, en los que el decisor identifica la forma en que serán afectadas las prioridades globales de las alternativas de decisión cuando cambian las preferencias.

El programa permite al usuario una gran flexibilidad en el tratamiento del problema, pudiendo añadir nuevos elementos o eliminar alguno existente a medida que lleva a cabo la evaluación del sistema, ya sea por un cambio en las condiciones de contorno, un cambio de su visión del problema, o simplemente debido a un error en la introducción de los datos o de algún elemento en cualquier nivel del árbol jerárquico.

La introducción de los datos de las matrices de comparación dos a dos es muy amigable, pudiéndose almacenar para su posterior utilización o

modificación, lo que facilita la reestructuración del problema inicial. Además, el programa se ha concebido de tal forma que su uso es muy sencillo e interactivo mediante menús y ventanas de petición y recogida de información, disponiendo el usuario en todo momento de ayudas por si fueran necesarias.

El programa proporciona un listado con todas las alternativas junto con sus respectivos coeficientes de preferencia global, destacando la mejor alternativa. Además es posible utilizar el programa SADMARK de forma independiente, o por su estructura modular integrarlo en el CADMARK: sistema de diseño de planes de marketing estratégico (Hernández, Del Olmo y García op. cit.).

5. CONCLUSIONES

El rendimiento económico de la empresa depende esencialmente de su capacidad gerencial en la toma de decisiones para responder, con eficiencia, a las necesidades del mercado y reorganizar sus actividades en función de la evolución de las conductas de los competidores, consumidores y de las posibilidades ofrecidas por la tecnología.

En concreto, las tecnologías de la información tienen un papel relevante en el mantenimiento y mejora de la competitividad de las empresas en los mercados globales. Esto es cierto para aquellas empresas que incorporan las nuevas tecnologías en sus procesos de fabricación, así como en sus organizaciones internas, desde un punto de vista de reingeniería, alcanzando ventajas competitivas. Sin olvidar que eliminamos los filtros de poder y de información.

Esta complejidad y la turbulencia del entorno hacen que aumente la dificultad de los gestores a la hora de tomar decisiones entre otras razones por el mayor número de alternativas posibles. Ello les obliga a utilizar sistemas de ayuda a la decisión, tanto en sus decisiones estratégicas como tácticas y operativas. Deben además estar integrados en sus sistemas de gestión estratégica a fin de evitar el conocido síndrome «análisis-parálisis», permitiendo a la vez un control estratégico y operativo del comportamiento de la empresa.

Los problemas que aparecen en las empresas son de diferente naturaleza, pero tienen una característica común: su gran complejidad. Los problemas complejos requieren soluciones complejas. Por esta razón y por la gran trascendencia que tienen las decisiones, entre ellas las de marketing, es necesario para las empresas desarrollar sistemas de ayuda a la decisión.

Un buen modelo de decisión es aquel que ayuda al gestor a conocer el problema y a entender el razonamiento para buscar una solución, y le permite alcanzar el mayor nivel de coherencia lógica posible.

Una alternativa, en este sentido, es el empleo de métodos basados en procesos analíticos jerárquicos (AHP). Los pasos esenciales en su aplica-

ción suponen descomponer un problema global de decisión en una forma jerárquica en subprogramas que puedan ser fácilmente comprendidos y evaluados, determinando las prioridades de los elementos en cada nivel de jerarquía.

Esta metodología, comparada con otras, presenta muchas ventajas tales como flexibilidad estructural, facilidad para incorporar reorientación, capacidad de evaluación de grupos, fomento de la participación, análisis de sensibilidad y simplicidad computacional. No hay que olvidar que una de sus aportaciones más importantes es la aptitud para medir la consistencia interna de los juicios del decisor.

Por último, nos parece interesante la posibilidad de desarrollar sistemas dinámicos de ayuda a la decisión que acoplen, dentro de una estructura de modelo matemático, los métodos de optimización con los procesos analíticos jerárquicos.

BIBLIOGRAFIA

- Andreu, R.; Ricart, J. y Valor, J. (1991): *Estrategia y Sistemas de Información*. Madrid: McGraw-Hill.
- Ansoff, H.I. and McDonnell, E. J. (1990): *Implanting Strategic Management*. London: Prentice Hall.
- Anthony, R. N. (1965): *Planning and Control Systems: A Framework for Analysis*. Cambridge (MA): Harvard Business School.
- Azis, I. J. (1990): «AHP in the Benefit-Cost Framework: A Post-Evaluation of the Trans-Sumatra Highway Project». *European Journal of Operations Research*, 48: 38-48.
- Barbarosoglu, G. and Pinhas, D. (1995): «Capital Rationing in the Public Sector using the Analytic Hierarchy Process». *The Engineering Economist*, 40 (4): 315-341.
- Bard, J.F. and Sousk, S.F. (1990): «A Trade-off Analysis for Rough Terrain Cargo Handlers using the AHP: An Example of Decision Making». *IEEE Transactions on Engineering Management*, 37 (3).
- Bello, L. (1994): «El Márketing como Factor de Innovación y Competitividad Empresarial». En *Competitividad: clave para el futuro*. Valladolid.
- Belton, V. and Gear, T. (1984): «On a Short-Coming of Saaty's Method of Analytic Hierarchies». *Omega*, 11(3): 228-230.
- Boucher, T. O.; Gogus, O. and Wicks, E. M. (1997): «A Comparison Between Two Multiattribute Decision Methodologies used in Capital Investment Decision Analysis». *The Engineering Economist*, 42 (3): 179-202.
- Boucher, T. O. and Macstrvic, E. L. (1991): «Multiattribute Evaluation within a Present Value Framework and its Relation to the Analytic Hierarchy Process». *The Engineering Economist*, 37 (1): 1-32.
- Cash, J. I.; McFarlan, F. W., y McKenney, J. L. (1990): *Gestión de los Sistemas de Información de la Empresa*. Madrid: Alianza.
- Ciborra, C. (1994): «The Grassroots of IT and Strategy». In C. Ciborra and T. Jelassi (eds.), *Strategic Information Systems: A European Perspective*. Chichester: John Wiley.
- Dyer, J. S. (1990): «Remarks on the Analytic Hierarchy Process». *Management Science*, 36 (3): 249-258.
- Dyer, R. F. and Forman, E. H. (1991): *An Analytic Approach to Marketing Decisions*. Englewood Cliffs: Prentice Hall.

- Emery, J. C. (1990): *Sistemas de Información para la Dirección: El recurso estratégico crítico*. Madrid: Díaz de Santos.
- Ehie, I. C. and Benjamin, C. O. (1993): «An Integrated Multiobjective Planning Model: A Case Study of the Zambian Cooper Mining Industry». *European Journal of Operation Research*, 68: 160-172.
- Eom, H. B. (1989): «The Current State of Multiple Criteria Decision Support Systems». *Hum. Syst. Management*, 8: 113-119.
- Harker, P. T. and Vargas, L. G. (1987): «The Theory of Ratio Scale Estimation: Saaty's Analytical Hierarchy Process». *Management Science*, 33 (11): 1383-1403.
- Harker, P. T. and Vargas, L. G. (1990): «Reply to 'Remarks on the Analytic Hierarchy Process' by J.S. Dyer». *Management Science*, 36 (3): 269-273.
- Hax, A. C. and Majluf, N. S. (1991): *The Strategy Concept and Process: A Pragmatic Approach*. Englewood Cliffs: Prentice Hall.
- Hernández, C.; del Olmo, R. y García, J. (1994): *El Plan de Marketing Estratégico*. Barcelona: Gestión 2000.
- Jelassi, T. (1994): *European Casebook on Competing Through Information Technology: Strategy and Implementation*. London: Prentice-Hall.
- Levary, R. R. and Han, D. (1995): «Choosing a Technological Forecasting Method». *Industrial Management*, 37 (1): 14-18.
- Little, J. D. C. (1970): «Models and Managers: The Concept of a Decision Calculus». *Management Science*, 16 (8).
- Little, J. D. C. (1979): «DSS for Marketing Managers». *Journal of Marketing*, 43(summer): 9-27.
- López, J. I. (1997): «La Tecnología de la Información como Factor Clave para Aumentar el Poder de Negociación de los clientes». *ESIC-MARKET*, Nº 96: 373-393.
- Madu, C. N. and Georgantzas, N. C. (1991): «Strategic Thrust of Manufacturing Automation Decisions: A Conceptual Framework». *IIE Transactions*, 23 (2): 138-148.
- Mazarrasa, M. (1993): *Marketing y Calidad Total*. Barcelona: Gestión 2000.
- Neubauer, F. F. (1990): *Portfolio Management: The Concept of Profit Potentials and its Applications*. Deventer: Kluwer.
- Norris, D. M. (1992): «A Study of JIT Implementation Techniques Using the Analytic Hierarchy Process Model». *Production and Inventory Management Journal*, third quarter: 49-53.
- Olmo, R. del; Hernández, C. y González, J. (1993): «DISMARK: Un Programa de Marketing Estratégico para las PYMES». *Alta Dirección*, nº 169: 77-85.
- Palacín, M. J. y Garrido, P. (1993): «El Impacto de las Tecnologías Informáticas sobre la Empresa de los 90». *Revista Europea de Dirección y Economía de la Empresa*, 2 (2): 161-169.
- Partovi, F. Y.; Burton, J. and Banerjee, A. (1990): «Applications of Analytic Hierarchy Process in Operations Management». *International Journal of Operations and Production Management*, 10 (3): 5-23.
- Partovi, F. Y. and Hopton, W. E. (1994): «The Analytic Hierarchy Process as Applied to Two Types of Inventory Problems». *Production and Inventory Management Journal*, first quarter: 13-19.
- Saaty, T. L. (1980): *The Analytic Hierarchy Process*. New York: McGraw-Hill.
- Saaty, T. L. (1986). «Axiomatic Foundation of the Analytical Hierarchy Process». *Management Science*, 32 (7): 841-855.
- Saaty, T. L. (1987): «Rank Generation, Preservation, and Reversal in the Analytic Hierarchy Process». *Decision Sciences*, 18: 157-177.
- Saaty, T. L. (1990): «An Exposition of the AHP in Reply to the Paper 'Remarks on the Analytic Hierarchy Process'». *Management Science*, 36 (3): 259-268.
- Schoner, B. and Wedley, W. C. (1989): «Ambiguous Criteria Weights in AHP: Consequences and Solutions». *Decision Sciences*, 20: 462-475.
- Segura, J. (1992): *La Industria Española y la Competitividad*. Madrid: Espasa Calpe.

- Simon, H. (1977): *The New Science of Management Decisions*. Englewood Cliffs: Prentice Hall.
- Sprague, R. H. and Carlson, E. D. (1982): *Building Effective Decision Support Systems*. Englewood Cliffs: Prentice Hall.
- Sutardi, C.; Bector, R.; Goulter, I. and Cheng, T. C. E. (1994): «Multiobjective Water Resources Investment Planning under Budgetary and Socioeconomic Uncertainties». *IEEE Transactions on Engineering Management*, 41: 50-68.
- Turban, E. (1990): *Decision Support and Expert Systems*. New York: MacMillan.