

MODELOS DE EMPRESA

PARA EL SISTEMA DE

FINANCIACION - INVERSION

Tesis Doctoral presentada en la Facultad de Ciencias
Económicas y Empresariales de la Universidad Autónoma
de Madrid y dirigida por el Catedrático Dr. Leano
Cañibano Calvo

Reg. FEE - 40.117 M

por Francisco José Valero López

Cantoblanco (Madrid)

Abril 1978



DEDICATORIA

A mis padres

I N D I C E

PREFACIO

PARTE I: INTRODUCCION

CAPITULO 1: INTRODUCCION A LOS MODELOS DE EMPRESA

1.1. Concepto y objetivos

1.2. Diseño

1.3. Implementación

Apéndice: Postulados básicos para la
modelización.

CAPITULO 2: EL MODELO FINANCIERO DE EMPRESA

2.1. El papel del modelo financiero de
empresa

2.2. Elementos del modelo financiero de
empresa

2.3. Metodología de análisis

PARTE II: MODELOS DE EMPRESA PARA EL SISTEMA DE

FINANCIACION-INVERSION

CAPITULO 3: MODELO DE CARLETON

3.1. Introduucción

3.2. Formulaci3n

3.3. An3lisis e interpretaci3n econ3mica

3.4. Estudio particular de las propuestas

de Carleton

CAPITULO 4: MODELO DE ALBOUY

4.1. Introduucción

4.2. Formulaci3n

4.3. An3lisis e interpretaci3n econ3mica

4.4. Reformulaci3n de las variables de

inversi3n

CAPITULO 5: OTROS MODELOS

5.1. Introduucción

5.2. Modelo de Chambers

5.3. Modelo LONGER (Myers-Pogue)

5.4. Alternativas de adquisición de
empresas

PARTE III: PROBLEMATICA DEL COSTE DE CAPITAL

CAPITULO 6: EL COSTE DE CAPITAL Y LOS MODELOS DEL
SISTEMA DE FINANCIACION INVERSION

6.1. Introducción

6.2. Teoría Microeconómica del Coste
de Capital

6.3. El Coste de Capital como media
ponderada

6.4. El Coste de Capital generalizado

PARTE IV: CONCLUSIONES

PARTE V: BIBLIOGRAFIA

" P R E F A C I O "

La Tesis que presentamos pretende ser una investigación acerca de los modelos de empresa que se orientan fundamentalmente hacia el sistema de financiación-inversión. La motivación de la misma responde, por un lado, a una inquietud vocacional derivada de nuestra experiencia en modelos relativos a dicho sistema, y, por otro, a nuestro convencimiento sobre la importancia teórica y práctica - de tales modelos de la cual puede dar fe el número de ensayos que se publican regularmente sobre el tema.

Si quisiéramos caracterizar en pocas palabras la materia objeto de nuestro estudio acudiríamos sin duda alguna al concepto de problema mal estructurado, lo cual se justifica por su novedad y por la ausencia de procedimientos definidos que permitan resolverlo de manera satisfactoria. En efecto, un

modelo de empresa lleva consigo un conjunto de -
amplias cuestiones que afectan a los órdenes meto-
dológico, práctico y organizativo, y abarcan muchas
áreas de estudio.

La complejidad del problema ha dado lugar a que el
mismo sea tratado con frecuencia desde un punto de
vista divergente, empleando términos vagos y mal -
definidos, en un intento de evitar ignorar el carác-
ter total del sistema estudiado. Nosotros, sin -
embargo, y sin abandonar del todo esta postura, que
tiene sus raíces en la propia naturaleza del tema,
hemos preferido seguir, además, unos caminos de -
alto contenido analítico, con objeto de desvelar en
la medida de lo posible la oscuridad que se cierne
sobre un concepto, un modelo, una teoría, tan pronto
como sean considerados como una caja negra. ¡Sin dej

de reconocer que el análisis como tal no siempre aporta la deseada claridad!

Tres son las áreas objeto de nuestra inquietud en esta Tesis, las cuales se corresponden con las partes en que hemos querido dividir el núcleo expositivo de la misma:

La Parte I se relaciona con una primitiva preocupación personal acerca del propio concepto de modelo, si bien la hemos encauzado dentro del marco particular de nuestro estudio, refiriéndola al modelo de empresa, en general, y, dentro de él, al modelo de financiación-inversión.

Así, el Capítulo 1, en base al concepto de modelo de empresa que ha sido propuesto por T.H. Naylor, se profundiza en las cuestiones metodológicas que hacen referencia, por un lado, a la descripción de una realidad, y, por otro, al empleo de un conjunto de rela

ciones lógico-matemáticas de mayor o menor complejidad. Seguidamente, se analizan los objetivos a los que dicho concepto intenta responder. Ahora bien, nosotros entendemos que el modelo ha de concebirse siempre como un proceso dinámico - decimos más, como un proceso sin fin previsto - por lo que se hace necesario entrar de lleno en las etapas que podrían pertenecer al devenir del mismo. Como quiera que todo modelo responde a una necesidad - esto es, a un problema-, no puede olvidarse que aquél debe actuar sobre ésta con objeto de contribuir a su satisfacción (lo cual no quiere decir que al hacerlo así no vayamos a provocar o descubrir nuevas necesidades y nuevos problemas). Por esta razón, incluimos un apartado acerca de la denominada "implementación" así como de algunas de las variables psicológicas que condicionan los resultados de la misma.

Por último, el capítulo se completa con un apéndice cuyo objetivo fundamental es enfrentar entre sí dos enfoques muy distintos respecto al concepto de modelo: uno de los cuales coloca su nacimiento - y por lo tanto, su fortaleza y su debilidad - en la imagen conceptual del investigador; el otro, sin embargo, proclama que el modelo subyace en la misma realidad, de donde podría extraerse, si no fuera por las limitaciones de la estructura experimental utilizada.

El Capítulo 2 intenta recoger lo peculiar del modelo financiero de empresa, analizando las sucesivas - hipótesis que permiten llegar al mismo, así como las diferentes vertientes en que se plasma su elaboración. En particular, se estudian con detalle las dimensiones que denominamos horizontal, vertical y temporal, para concluir en una defensa de la metodología de análisis que va a ser utilizada en los capítulos siguientes.

una vez que se ha reconocido el carácter dinámico (multiperiódico) del modelo financiero.

La Parte II, núcleo primario de nuestra tarea investigadora, analiza con la mayor profundidad que nos ha sido posible determinados modelos financieros, - todo ello bajo la perspectiva de mostrar la utilidad de los mismos para explicar y planificar el sistema de financiación-inversión de la empresa.

El Capítulo 3 trata del modelo propuesto por W.T. Carleton en 1970. Sin embargo diríamos mejor que se refiere a la metodología que se deriva del mismo, ya que la interpretación y el análisis con que enfocamos dicha metodología pueden parecer - y de hecho lo hacen - que se apartan del contenido original de la propuesta de Carleton. De ahí, que nos parezca justificado que al final del capítulo incluyamos un apartado que sirva, en cierto modo, de regreso a dicha pr

puesta.

El Capítulo 4 analiza el modelo que se debe a Marc Albouy (1976), autor de quién hemos recibido buena porción de las ideas que han orientado la investigación en esta parte II de nuestra Tesis. Sin embargo y al igual que hicimos en el capítulo anterior, nos apartamos también de las vías seguidas originariamente para desembocar en conclusiones en esencia distintas.

El Capítulo 5 rompe con la línea derivada de los anteriores para estudiar distintos caminos emprendidos por otros autores en búsqueda de direcciones alternativas de solución del problema que contemplamos. Dentro de los denominados "modelos de proyectos" - o "modelos de alternativas" - nos detenemos en dos importantes ejemplos: D. Chambers (1971) y -

Myers - Pogue (1974). Del primero de ellos intentamos recoger el reto que suponen las alternativas de adquisición de empresas, proponiendo a tal efecto un detallado modelo con el que se cierra este capítulo.

La parte III, en un principio prevista más ambiciosa, puesto que nos proponíamos recoger en ella aspectos tales como la descentralización, la tasa de retorno global, la sensibilidad de los modelos, etc. , se ha visto reducida - por razones derivadas de la extensión del camino previamente recorrido - a un tema monográfico: la problemática derivada del coste de capital y su relación con los modelos del sistema de financiación - inversión. Sin embargo, se trata de un aspecto que pretendemos desarrollar en toda su profundidad. Así en el Capítulo 6 - y último - tras realizar una

revisión crítica de la denominada teoría microeconómica del coste de capital y de la concepción del mismo como media ponderada, pasamos a desarrollar los principios generales (más bien, hipergenerales) mediante los cuales podrían obtenerse de un modelo financiero de determinadas características tanto el coste de capital global como el correspondiente a cada una de las posibles fuentes de recursos financieros.

Como viene siendo tradicional, la porción expositiva de nuestra Tesis se completa con las partes IV y V, que contienen, respectivamente, las conclusiones a las que hemos llegado y la bibliografía que hemos empleado.

Por último, no podemos dejar de mencionar en esta presentación la ineludible realidad de todas aquellas personas sin cuya colaboración y apoyo no se

hubiera realizado este trabajo. ¡Se trata de una -
realidad! y, por consiguiente, inabarcable como -
tal. Las líneas que siguen intentan , sin embargo,
elaborar un pequeño modelo que refleje, no ya las
aportaciones recibidas, sino muy especialmente la
gratitud que debo darles, y, que, por supuesto, doy
ahora.

En primer lugar, mis padres, cuya contribución no
debe plantearse en términos de este trabajo, sino
que procede ir mucho mas lejos, ya que por los no
siempre bien reconocidos sacrificios que hubieron de
realizar en otro tiempo pudo emprender su desarrollo
mi vida acedémica, una de cuyas etapas fundamentales
intento cerrar ahora, para abrir, en seguida, otra
nueva.

En un plano mucho más concreto, la colaboración pre

tada por mis compañeros D. Villalba, J. Borrel y J.M^a Giró, a los que debo acertados comentarios en relación con determinadas fases de mi exposición. Además, mi gratitud al primero de los citados por la valiosa ayuda bibliográfica prestada durante su estancia en la Universidad de Stanford (California).

A la Compañía Española de Petroleos y, dentro de ella, al Departamento de Informática Técnica e Investigación Operativa, por la facilidades y la ayuda que me han prestado en todo momento.

A las Srtas. Conchita Alvarez Rojo y M^a Luz Herranz Povedano por la paciencia con la que emprendieron - la incómoda tarea de escribir y corregir el manuscito, con un elevado número de difíciles fórmulas, - para cuya representación no ha sido suficiente el

alfabeto castellano.

A todo el personal que ejerce sus funciones en la Biblioteca de esta Facultad por la colaboración - prestada en mis muchas e interminables búsquedas por los fondos materiales que en ella residen, sin los cuales no hubiera podido concebir importantes aspectos que se hallan recogidos en esta Tesis.

Al Profesor Eduardo J. Bueno Campos, director de mis actividades docentes desde que éstas dieron - comienzo, por las sugerencias y estímulos recibidos, lo mismo que por las facilidades obtenidas para - llevar adelante esta labor investigadora.

A mi Director de Tesis, Profesor Leandro Cañibano Calvo, que ha contemplado desde su inicio mis estudios universitarios, que ha orientado buena parte de los mismos y a quien he querido dar cuenta deta-

llada de los sucesivos estadios por los que, paso a paso, ha caminado este trabajo, por todos sus estímulos y sugerencias, por toda la paciencia que ha tenido conmigo en su tarea directora.

A todos ellos mi profunda y sincera gratitud. Desde luego, de todo posible error que pueda haber en esta Tesis sólo yo soy personalmente responsable.

Francisco José Valero López.

Parte I

"INTRODUCCION"

Capítulo 1.

"INTRODUCCION A LOS MODELOS DE
EMPRESA"

1.1.- Concepto y objetivos.

1.2.- Diseño.

1.3.- Implementación.

Apéndice.- Postulados básicos para
la modelización

Nota introductoria

Debido a la inexistencia en el idioma castellano de un vocablo que recoja todo el significado del término anglosajón "Implementation"-tan en boga hoy en día en la literatura que trata de la corriente metodológica conocida como "Solución de Problemas" ("Problem Solving")- hemos preferido castellanizarlo, y de esta manera será utilizado en el texto. La implementación no representa otra cosa que la retroacción ("Feed-back") de la solución al problema que la ha originado con el fin de actuar sobre el mismo.

1.1. Concepto y objetivos de los modelos de empresa

Por modelos de empresa entendemos aquí "los intentos de describir las complejas interrelaciones entre las distintas áreas de actividad de una empresa en términos de un conjunto de relaciones lógico-matemáticas". (1)

Sin embargo, desde el punto de vista práctico, esta definición solo puede tomarse como una declaración de intenciones, reflejo de un ideal que en la realidad dista muchas veces de ser alcanzado. Basta pasar una breve y superficial mirada sobre el conjunto de la literatura existente acerca de los modelos de empresa para darse cuenta de que muchos de éstos no son tan comprensivos como su denominación y la anterior definición sugerieren(2). Más -

aún, la gran diversidad de metodologías utilizadas en la construcción de tales modelos, - así como la amplia variedad de contextos en - que se emplean, han llevado a algún autor a - negar expresamente la existencia de una definición generalmente aceptada para los modelos de empresa (3).

A pesar de todos estos factores, preferimos - mantener nuestra definición por cuanto la realidad que deseamos analizar no es tanto el modelo de empresa en sí, como el proceso de elaboración del mismo, que puede tener una proyección dilatada en el tiempo y el espacio, fruto del aprendizaje y la adaptación de forma continuada que vienen obligados por la compleja realidad inserta en el sistema empresarial (4).

Volviendo a la definición de partida, deseamos destacar en ella dos elementos importantes:

- a) el intento de describir la realidad empresarial,
- b) el empleo -para la anterior finalidad- de un conjunto de relaciones lógico-matemáticas.

Ambos aspectos implican toda una serie de cuestiones metodológicas cuya importancia queremos señalar brevemente en estas páginas.

En cuanto al primero de ellos, todo intento de describir una realidad que evoluciona en el tiempo exige plantearse dos cuestiones previas:

- a) la existencia de un conjunto de hipótesis que permitan definir una estructura que se corresponda de alguna manera con la realidad analizada y para la cual se pueda identificar y aplicar un modelo.
- b) la hipótesis de que dicha correspondencia estructura teórica-realidad en estudio permanezca o no estable en el transcurso del tiempo.

Respecto al primer punto, ya nos hemos pronunciado en otro lugar al negar el pretendido carácter homomórfico - y, en particular, isomórfico - de un modelo en relación con la realidad estudiada, ya que, entre otras cosas, dicha caracterización es relativa a la perspectiva científica empleada. Por el contrario,

nos limitamos a "suponer que hemos sido capaces de captar las entidades o categorías que existen en la realidad mediante otras categorías o entidades que pertenecen al plano científico de observación en el que estamos situados". En base a estas últimas, establecemos un conjunto de relaciones a partir de las cuales podemos obtener un conjunto de medidas susceptibles de ser sometidas a contrastación en relación con los objetivos que han motivado nuestra investigación en la realidad en estudio (5).

Es de destacar que la estructura a la que nos estamos refiriendo puede deducirse tanto de la observación de la realidad, en todos o algunos de sus aspectos, como del conocimiento

apriorístico que se posea, proceda éste de la teoría, la experiencia o, simplemente, del buen sentido del investigador.

En relación con la permanencia en el tiempo de la supuesta correspondencia entre la estructura teórica y la realidad en estudio, pueden adoptarse dos perspectivas (6):

- a) Una perspectiva global, que supone que la estructura teórica se corresponderá con la realidad de modo permanente, por lo que el modelo subyacente siempre describirá adecuadamente dicha realidad.
- b) Una perspectiva local, que considera improbable que la citada correspondencia permanezca estable en el tiempo, por lo que el modelo que se emplee se encontrará sometido a un proceso de continua adaptación,

cambiando incluso la naturaleza del mismo.

Esta segunda perspectiva ha recibido dentro -
de un campo particular de la Ciencia Económica
el apelativo de "inferencia de Sherlock Holmes"
(7), donde el investigador, ante la debilidad
de los datos y la complicación de los proce-
sos reales, no puede hacer otra cosa que com-
poner en base a la evidencia disponible una -
"historia aceptable", para lo cual puede ser
irrelevante - y aún peligroso - la persecu--
ción de un virtuosismo teórico (8).

Por otra parte, el empleo de un conjunto de -
relaciones lógico-matemáticas permite concebir
el modelo de empresa como un sistema de ecua-
ciones explicativas de las variables de estado
que se hayan escogido como representativas de

la situación de la empresa en cada instante del tiempo en función de (9):

- a) Unas variables exógenas, bien porque éste sea el significado respecto al modelo, o bien - porque reciban tal carácter por definición, con objeto de facilitar la especificación o la resolución del mismo.
- b) Unas variables predeterminadas, constituidas por variables de estado retardadas uno o más intervalos de tiempo.
- c) Unas variables de decisión, que reflejan los instrumentos de política empresarial susceptibles de controlar la evolución del modelo.

d) Unas variables estocásticas, que recogen - los distintos términos de error incorporados al modelo, derivados bien de la naturaleza aleatoria de algunas de las variables, bien de la especificación de las ecuaciones (por omisión de variables o por el uso de una forma funcional incorrecta), o bien de los procesos de medición de las variables.

Junto a este sistema de ecuaciones de estado, puede aparecer un conjunto de restricciones - que afecten tanto a las variables de decisión como a las de estado, e incluso a las variables estocásticas, como es el caso de los modelos que utilicen la denominada "Chance-Constrained Programming" (10):

Una vez que hemos conceptualizado el modelo de em

presa, nos queda por ver su relación con dos de los aspectos fundamentales de la misma, a los cuales presta su apoyo, y de los cuales recibe su razón de ser. Nos estamos refiriendo a:

- a) La planificación global de la empresa
- b) El Sistema de Información para la Dirección (SID)

Si definimos la primera como "el proceso formalizado de desarrollo de objetivos para la empresa y sus partes componentes, además de la formulación, evaluación y selección entre las distintas estrategias disponibles para la consecución de dichos objetivos, todo ello mediante la valoración sistemática del ambien-

te exterior a la empresa, así como de las posibilidades y limitaciones de la misma" (11),
su conexión con el modelo de empresa queda --
inmediatamente vislumbrada.

En efecto, dicha planificación implica un sis-
tema de decisiones, en la terminología de --
Ackoff (12), es decir, de un conjunto de decici-
siones interdependientes, tales que el efecto
de cada una de ellas depende de al menos otra
decisión del conjunto. Precisamente, los modede
los de empresa se diseñan para reflejar, den-
tro de lo posible, la interdependencia aludi-
da, teniendo en cuenta estas limitaciones:

- a) La imposibilidad material de considerar conun-
junta y simultáneamente todas las decisio-
nes implicadas, por lo que se hace necesario

planificar el propio proceso de modelización, definiendo tanto las etapas y subconjuntos - que lo forman, como las posibles conexiones en tre ellos.

- b) el conjunto de decisiones no es separable, es decir, no puede subdividirse en partes que - sean totalmente independientes entre sí, por lo que debe garantizarse una cierta integra-- ción de las distintas etapas o subconjuntos - que se hayan definido.

Ambas limitaciones definen el campo de acción de los modelos de empresa en su finalidad de inte-- grar en lo posible las distintas decisiones englo-- badas dentro del proceso planificador de la empre-- se en su doble dimensión vertical - planificación

operativa, táctica o estratégica - y temporal - a corto, medio o largo plazo-.

La relación del modelo de empresa con el SID, definido éste como "un sistema que provee a la dirección con la información necesaria para la planificación, el control y la toma de decisiones en el seno de la correspondiente organización" (13), es tan estrecha que algunos autores consideran el modelo de empresa como un subconjunto del SID, mientras que otros lo conciben más bien como un paso previo de éste. Esta conexión reside en que ambos conceptos no sólo confluyen en su apoyo a la planificación de la empresa, sino también en el trasvase de información que puede producirse entre uno y otro. En efecto, el modelo de empresa tomará buena parte

de sus datos de entrada del propio SID. A su vez, este último puede recibir del primero:

- a) Información procedente de la evaluación de las estrategias disponibles,
- b) Información acerca de las conexiones existentes entre las distintas áreas funcionales de la empresa.

En cualquiera de los casos, parece evidente que ambos conceptos, modelo de empresa y SID, no pueden confundirse, dado que el primero pretende ser una representación formalizada de la empresa, mientras que el segundo se orienta hacia la recogida y el tratamiento de los datos que afectan a la gestión de la empresa. Esta diferente naturaleza se manifiesta muchas veces en los distintos

niveles de agregación que presenta la información utilizada por uno y otro, así como en los desiguales procesos de evolución que pueden seguir ambos conceptos (14).

Junto a estos objetivos generales pueden señalarse otros más concretos, que dependerán tanto de la propia empresa y del ambiente en que ésta se mueve como de la estructura organizativa que - aquella posea, y, en particular, del conjunto de órganos funcionales que participan en el modelo, bien en su diseño, o bien en los flujos de información implicados. Uno de los objetivos más típicos a este respecto es el presupuestario, en un intento de enlazar las tres áreas básicas de la actividad de la empresa: comercial, productiva y financiera dentro de un marco contable que permita

reflejar las interrelaciones entre ellas y proporcionar una información adecuada del conjunto de la empresa (15).

Además de esta faceta presupuestaria, debe señalarse la orientada hacia la selección de las alternativas disponibles. Estas -a nivel estratégico- pueden clasificarse como sigue (16):

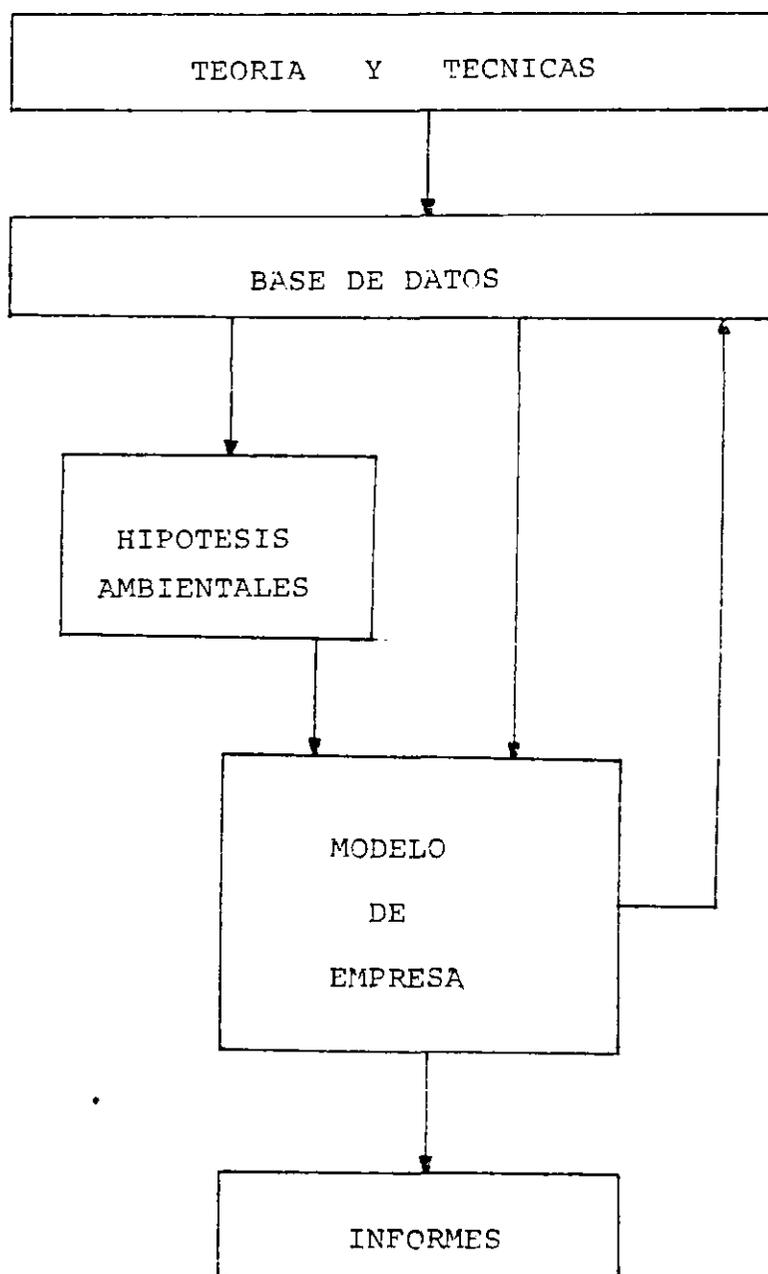
- a) Estrategias de continuación, que reflejan la permanencia de las líneas de actividad ya existentes en la empresa.
- b) Estrategias de desarrollo, que recogen los efectos de los cambios en el nivel o en la naturaleza de las estrategias anteriores.
- c) Estrategias de financiación, conjunto de al-

ternativas de que se dispone para satisfacer las necesidades de recursos financieros derivados del conjunto de las restantes estrategias.

d) Estrategias de desinversión, que reflejan el abandono de alguna de las líneas de actividad existentes.

e) Estrategias de adquisición, que recogen las alternativas disponibles de incorporación de nuevas empresas.

Un breve esquema gráfico que nos permita comprender mejor la naturaleza de los modelos de empresa podría ser el siguiente (17):



La doble corriente que se establece entre el modelo de empresa y la base de datos viene explicada porque algunos de estos últimos procederán del primero con vistas a su utilización por el propio modelo o por el SID.

A su vez, el modelo de empresa puede descomponerse en varios submodelos o subsistemas que engloben todos o algunas de las siguientes áreas (18):

- a) Optimización, incluyendo la aplicación de los análisis de sensibilidad correspondientes. La finalidad principal de este área reside en la selección de estrategias entre las alternativas disponibles.
- b) Simulación, que permita contrastar las implicaciones que puedan derivarse de las estrate-

gias ante diversas hipótesis ambientales, implicaciones que se traducirán a información manejable por el usuario del modelo.

- c) Previsión, que, mediante el empleo de técnicas econométricas o de otro tipo, ofrezca las previsiones macroeconómicas, sectoriales o empresariales que se requieran por el modelo.
- d) Análisis de riesgo, área responsable de la generación de información que permita evaluar la variabilidad de los resultados de cada una de las estrategias, facilitando así la simulación del modelo.

Por último, el modelo de empresa puede acoplarse al carácter divisionalizado de la misma, en cuyo caso estará compuesto por un conjunto de submode

los correspondientes a las distintas divisiones,
además de un modelo global que integre y consoli
de los anteriores, proporcionando la perspectiva
total de que carecen (19).

1.2. Diseño de los modelos de empresa

Como hemos dicho antes, el propio proceso de modelización debe estar planificado con vistas a la provisión eficaz de los servicios que se esperan del modelo, evitando tanto los fallos - internos al mismo como los posibles problemas de naturaleza organizativa que puedan hacer - inoperante su utilización. Por este motivo, no resulta extraño la existencia de un amplio consenso en la literatura acerca del conjunto de etapas que debe seguir el diseño de un modelo de empresa, si bien puede variar tanto el contenido de alguna de ellas, como el orden en que pueden presentarse entre sí. A este respecto, - nuestra propuesta consta de las siguientes etapas (20):

1. Análisis de la posibilidad del modelo y formulación de los objetivos y líneas - generales del mismo.
2. Recogida y preparación de los datos de entrada y diseño de los informes necesarios de salida.
3. Formulación del conjunto de ecuaciones y restricciones que compongan la estructura básica del modelo.
4. Determinación de los procedimientos de - estimación y de solución que permitan - resolver el modelo.
5. Codificación y puesta a punto del tratamiento informático del modelo.
6. Prueba y validación.
7. Experimentación, uso práctico y desarrollo del modelo.

Todas estas etapas, a cuyo análisis detallado dedecamos las siguientes páginas, pueden someterse a cualquiera de los procedimientos existentes de planificación de proyectos: PERT, - CPM, etc., con objeto de asegurar la adecuada programación temporal del conjunto de actividades en que se plasma todo el proceso.

1.2.1. Formulación de objetivos y líneas generales.

Esta es quizás la etapa más importante, no sólo porque en ella se decide la posibilidad de llevar a cabo el diseño del modelo, sino también porque su contenido impregna de lleno la realización de las restantes.

En principio, esta etapa puede subdivi-

dirse en dos partes claramente diferenciadas en teoría, pero íntimamente ligadas en la práctica:

- a) determinación de la posibilidad real del modelo, tanto desde el punto de vista técnico como del organizativo.
- b) especificación de objetivos y líneas generales a tener en cuenta durante el proceso de elaboración del modelo.

En ambos casos, y al igual que sucede en otros campos conectados con la descripción de una realidad económica (21), - poco puede decirse con precisión de la etapa en sí misma, excepto enumerar - y no de forma exhaustiva - un conjunto de cuestiones que deben ser tratadas en -

ella, tales como (22):

a) La determinación del conjunto de -
áreas de actividad de la empresa que
va a describir el modelo. Aunque esta
cuestión puede parecer fuera de lugar,
dado que un modelo de empresa debe -
ser una representación completa de la
firma, esto no deja de ser en muchos
casos la situación ideal que se desea,
a la que se oponen limitaciones de -
orden teórico y práctico.

b) La especificación de las fases a seguir
en el desarrollo del modelo. A este -
respecto, la necesidad de configurar -
un modelo adaptativo recomienda un -
diseño modular del mismo, donde cada -

uno de los componentes pueden elaborarse en distintos momentos y lugares, y muy posiblemente, por diferentes investigadores.

- c) La elección del horizonte temporal, así como del período que se adopta como unidad de tiempo. En base a esta elección se derivará el carácter del modelo en cuanto a su dimensión temporal a corto, medio o largo plazo.
- d) El poder prescriptivo del modelo, en cuanto a su orientación con fines de exploración de alternativas, simulación de escenarios, o bien optimización o satisfacción de uno o varios objetivos.

- e) El grado en que se tiene en cuenta la incertidumbre, así como, en su caso, la manera de formalizarla dentro del modelo.
- f) El contenido de flexibilidad, tanto en lo que se refiere a la lógica del modelo como a los datos de entrada y salida. La flexibilidad es de por sí un factor muy deseable, dado que permitiría responder con rapidez - e incluso con anticipación - a posibles cambios en la estructura o el medio ambiente de la empresa.
- g) El nivel de agregación de los datos utilizados y obtenidos por el modelo, así como la exactitud de los mismos.

- h) La definición clara de los usuarios del modelo, y del grado de participación que pueden tener en cada una de las etapas que consideramos, y, en particular, su grado de interacción con el modelo. Citando a Ackoff, el valor que pueda presentar éste ante sus usuarios debe descansar fundamentalmente en la participación que tienen en su elaboración y desarrollo, y no en un mero consumo del modelo (23)
- i) La relación con los procesos existentes de planificación y programación presupuestaria, cuya conformidad es para muchos autores un importante factor de éxito del modelo, cualquiera -

que sea la naturaleza de dichos -
procesos (24).

1.2.2. Recogida y preparación de datos

En esta segunda etapa se incluyen todos los procesos de obtención, almacenamiento y actualización de los datos de entrada requeridas, además de la posibilidad de someterlos a un análisis previo con objeto de comprobar su validez de cara a la utilización que se persigue - con ellos, junto con la determinación de la naturaleza de los datos de salida y el diseño del conjunto de informes que recojan estos últimos de una manera adecuada para su posterior uso, de acuerdo con los objetivos del modelo.

En lo que respecta a los datos de entrada, el contenido de esta etapa se refiere propiamente a aquellos que sean proporcionados de manera exógena al modelo, dado que algunos de los datos que se requieran pueden ser estimados dentro del propio modelo previamente a su rescusión.

Los datos, tanto de entrada como de salida, presentan tres aspectos de especial consideración:

- a) La naturaleza de la información a la que se refieren, según sea de carácter numérico o no, o bien pueda someterse a alguna o varias de las escalas de medición, etc..

- b) La estructuración de dicha información, con vistas tanto a su fácil acceso como a la rapidez de operación, de manera que el modelo pueda estar capacitado para operar no ya con los datos en particular, sino con las propias estructuras, a las cuales les son aplicables las clásicas operaciones de unión, intersección, diferencia, etc., como conjunto de datos que son. Todo ello constituye buena parte de la problemática correspondiente a la base de datos - del modelo, que debe facilitar tanto su tratamiento como su localización.
- c) La precisión de los datos, es decir,

el grado de error que éstos contienen,
y cuya problemática no ha sido satisfactoriamente resuelta hasta la fecha.

Esta precisión depende de (25):

1) el conjunto de hipótesis utilizadas durante los procesos de medición y elaboración del modelo.

2) los usos a los que éste se destina.

El problema se ve agravado, además, por el hecho de que se desconoce generalmente cómo se relacionan los errores incorporados a datos que se utilizan de modo conjunto en el modelo, cada uno de los cuales puede seguir un proceso de medición distinto, con sus fuentes peculiares de error, no necesariamente comparables con

las de otros procesos. Recordemos a -
este respecto las cuatro fuentes de -
error citadas por O. Morgenstern (26):

1. la derivada del propio proceso de
modelización como representación
simplificada de una realidad, fuen
te inevitable e intrínseca a dicho
proceso y de cuantificación prácti
camente imposible por cuanto exige
la definición de una norma clara e
inequívoca de acercamiento entre -
el modelo y la realidad en estudio.
2. la procedente de las observaciones
a través de las cuales se estiman
o calculan buena parte de los pará
metros y constantes del modelo.

3. la derivada de la utilización de mecanismos de aproximación o redondeo.

4. la procedente de los propios instrumentos de medición o cálculo.

Siguiendo a Morgenstern la cuestión - más importante no es tanto la cuantía - en términos absolutos o relativos- de los errores, sino la estabilidad del modelo en función de los mismos, problema que dista mucho de tener una respuesta trivial (27).

1.2.3. Formulación

A esta etapa le corresponde la elaboración de la estructura básica del modelo mediante el conjunto de relaciones - ecuaciones

ciones o restricciones - que ligen -
entre sí el conjunto de variables que
se consideran. Estas relaciones pueden
pertenecer a dos facetas bien diferen-
ciadas:

- a) la formulación de la estructura -
del modelo como tal.
- b) la estimación de algunos de los -
parámetros.

Por otro lado, las relaciones que comen-
tamos pueden clasificarse con arreglo a
los siguientes factores (28):

- a) Su origen y naturaleza

Primarias	. de comportamiento
	. de identidad o defi- nición
	. tecnológicas o insti- tucionales

Secundarias	<ul style="list-style-type: none"> . de equilibrio . condiciones en los límites
-------------	---

b) Su forma funcional

- . deterministas o estocásticas
- . lineales o no lineales
- . recursivas o simultáneas

c) La interpretación de la relación causal descrita

- . conjuntivas
- . no conjuntivas

Las relaciones primarias son aquellas que se derivan directamente de la conexión lógica entre las variables, proceda ésta de la teoría, del marco tecnológico o institucional, o bien haya sido

establecida por definición.

Las relaciones secundarias se deducen bien del comportamiento temporal de - las variables del modelo - a corto, - medio o largo plazo -, bien de las limitaciones impuestas por el significado real de las mismas - como sucede con las condiciones de no negatividad de - algunas de ellas -, bien de la necesidad de limitar los valores de determinadas variables en todos o algunos de los instantes de tiempo (29).

Las relaciones conjuntivas son aquellas que siempre se cumplen, mientras que las relaciones no-conjuntivas solo se verifican previa realización de una o más con-

diciones, que, en su caso, pueden tener una naturaleza probabilística (30).

La estructura formal del modelo puede concebirse, en principio, como un grafo donde - los vértices representarían las variables y los arcos las correspondientes relaciones - entre ellas. Esta concepción gráfica no sólo permite una comprensión más fácil de la estructura del modelo, sino que puede servir de medio para analizar su consistencia lógica - comprobando, por ejemplo, que las variables siguen una secuencia temporal adecuada, incluso puede ser la fuente inspiradora de una - reducción en la dimensión del modelo, detectando submodelos autónomos, variables superfluas o relaciones innecesarias (31).

1.2.4. Estimación y solución

Esta etapa comprende tanto la estimación de los parámetros desconocidos del modelo como la resolución completa del mismo, acudiendo para ello a las técnicas disponibles de previsión, análisis econométrico, simulación, optimización, etc..

Por solución de un modelo entendemos alguna de las siguientes posibilidades

(32):

- a) la búsqueda de una expresión analítica de los variables de estado de cada instante de tiempo (o, alternativamente, de las variables de decisión) en función

de las demás. Esta expresión puede -
aparecer en forma explícita, o bien -
quedar implícita en el modelo al requer
rir éste la optimización de una deter-
minada función objetivo(33).

b) la obtención de soluciones numéricas
mediante el empleo de técnicas de si-
mulación.

Aunque la primera forma de solución parece
ser la más recomendable, no siempre -
se acude a ella, bien por comodidad, o -
bien por las dificultades que puedan de-
rivar de (34):

a) las no-linealidades o discontinuidades
que pueden existir en el modelo;

b) la propia debilidad subyacente en el -
modelo, al derivarse de una estructura

teórica inadecuada, o bien por el empleo de datos subjetivos o poco fiables;

c) la falta de especificación inequívoca de los objetivos del modelo;

d) las limitaciones intrínsecas a las técnicas de solución analítica;

e) la comprensión de tales técnicas por parte del usuario del modelo y/o el coste de utilización de las mismas.

Cada una de las técnicas de estimación o solución plantea su propio conjunto de problemas metodológicos, que no vamos a tratar en este estudio. Sí queremos mencionar, sin embargo, algunos aspectos a tener en cuenta a la hora de elegir las técnicas concretas a emplear:

- a) la calidad de los resultados obtenidos, así como su coste,
- b) la relación existente entre estos resultados y las aplicaciones a las que se destinan,
- c) la comparación de los resultados obtenidos por técnicas alternativas,
- d) la capacidad de adaptación de cada técnica a los cambios introducidos en los datos,
- e) el valor de la información adicional producida o utilizada.

A este respecto, destacamos la importancia creciente que, según la literatura, va adquiriendo el empleo de la optimización en los modelos de empresa, fenómeno que plantea un conjunto de problemas -

teóricos y prácticos, relativos a:

- a) la existencia de una multiplicidad de objetivos en el mundo real,
- b) la formulación descentralizada del modelo en contrapartida al carácter divisionalizado de la gran empresa moderna,
- c) la introducción de componentes estocásticos,
- d) la estructura dinámica de los problemas a resolver,
- e) la disponibilidad de técnicas eficaces de solución,
- f) la relación del submodelo de optimización - o del conjunto de éstos con el resto de los módulos que pueden componer el modelo de empresa.

Algunos de estos problemas serán tratados con más detalle en el transcurso de este estudio, referidos al Sistema de Financiación-Inversión (35).

1.2.5. Codificación y tratamiento informático

La complejidad de las relaciones lógico-matemáticas recogidas en el modelo de empresa obliga a que éstas tengan que ser programadas en un ordenador (36).

En ayuda de esta tarea de traducción informática, se han diseñado diversos lenguajes o sistemas, que persiguen de una u otra forma (37):

- a) permitir la preparación, recogida y actualización de los datos de entrada de una manera operativa,
- b) facilitar el proceso de elaboración

del modelo en cada una de sus fases,
 c) conseguir unos datos de salida que -
 satisfagan las necesidades y deseos
 de los usuarios del modelo.

De acuerdo con el contenido de flexibi-
 lidad que permiten, tanto en la lógica
 de los procesos como en las operaciones
 de entrada y salida, dichos lenguajes o
 sistemas pueden clasificarse como sigue(38)

		LOGICA	
		ALTA FLEXIBILIDAD	POCA FLEXIBILIDAD
ENTRADA — SALIDA	ALTA FLEXIBILIDAD	TIPO 1	TIPO 2
	POCA FLEXIBILIDAD	TIPO 3	TIPO 4

Los sistemas del primer tipo son los más
 avanzados, incorporando incluso buena -
 parte de los mecanismos y procedimientos

necesarios en las fases de formulación, estimación - solución y validación del modelo. Los lenguajes incluidos dentro del Tipo 2 corresponden a los denominados generadores de informes, dotados de una gran flexibilidad en el tratamiento de los datos, pero de escasas posibilidades en cuanto a las operaciones lógicas y aritméticas. El tercer tipo lo constituirían aquellos sistemas de orientación específica - dedicados, por ejemplo, al análisis de inversiones -, cuyos formatos de entrada y salida se encuentran previamente establecidos, si bien permiten una cierta variedad en la lógica de la programación con objeto de abarcar los distintos casos posibles. Por último, -

dentro del Tipo 4 se encontrarían aquellos programas elaborados para necesidades muy concretas - tal vez dentro de las propias empresas que los utilizan - y cuya extensión a otras aplicaciones u otros contextos se ve dificultada por la rigidez con que han sido diseñados.

Claro está, esta tipología responde a una enorme abstracción de la realidad, - dado que en ésta los límites que separan cada una de las categorías señaladas son muy difusos y difíciles de establecer con rigor.

La evolución observada se dirige claramente hacia los sistemas del primer tipo, - que constituyen lo que podríamos denominar un "metalenguaje" para la modelización

de la empresa (39), colaborando así con los procesos que intervienen en una planificación de signo adaptativo.

1.2.6. Prueba y Validación

La validación de un modelo puede entenderse en dos sentidos:

- a) como prueba de la verdad del mismo, es decir, de su correspondencia con la realidad en estudio,
- b) como análisis del cumplimiento por el modelo de los objetivos que le han sido fijados.

En ambos casos, los problemas implicados, de orden filosófico o metodológico son enormes, debiendo adoptarse una postura pragmática al respecto.

Así, dentro de la primera orientación, existen para Naylor tres formas básicas de validar un modeo (40):

- a) una racionalista, que persigue la búsqueda de un conjunto de supuestos básicos subyacentes en la realidad estudiada y que resulten ser incuestionablemente verdaderos;
- b) una empiricista, para la cual la validación debe descansar en el poder explicativo de los hechos;
- c) una positivista, que hace residir la prueba en el poder predictivo del modelo.

La solución propuesta por Naylor consiste en combinar estas tres formas básicas en un procedimiento de validación en tres

etapas (41):

- a) la formulación de hipótesis y postulados sobre la realidad en estudio - que incorporen todo el conocimiento apriorístico que se posea sobre ella;
- b) la verificación de estas hipótesis y postulados mediante el estudio - con técnicas adecuadas - de las observaciones realizadas;
- c) la comprobación del poder predictivo del modelo, tanto desde un punto de vista prospectivo como retrospectivo.

Respecto a la segunda orientación citada, todo procedimiento de validación debe hacerse dependiente no sólo de la realidad estudiada y de la información disponible sobre ella, sino también de las -

motivaciones puestas en el modelo. En este sentido el " éxito " de un modelo se medirá por el grado en que capacita a sus usuarios para disminuir el número y las consecuencias de adoptar decisiones erróneas (42). Sin embargo, no pueden dejarse de lado dos importantes cuestiones:

a) El " éxito " de un modelo no debe confundirse con su validación, entendida - ésta desde un plano estrictamente metodológico. Por esta razón se hablará de validez facial - o validez aparente - de un modelo. Esta se dará cuando los resultados del modelo se correspondan con los objetivos del usuario, o cuando éste sea incapaz de distinguir entre los resulta-

dos del modelo y la realidad (43).

b) Para juzgar el "éxito" de un modelo según el criterio que hemos enunciado, debe disponerse de toda la información referente a los siguientes puntos (44):

1. la identificación de los errores cometidos, atribuyendo cada uno a su verdadera procedencia;
2. las preferencias del usuario del modelo y las restricciones bajo las que este opera;
3. el coste de oportunidad de proveer el modelo, de acuerdo con las alternativas disponibles.

Como no siempre podrán disponerse ni de un alto contenido de validez facial o aparente para un determinado modelo, ni, todavía -

menos, de toda la información mencionada, parece razonable exigir siempre una cierta consistencia - en algún sentido - de los resultados del modelo con los datos reales, tarea que se ve dificultada por el hecho de que buena parte de las hipótesis recogidas en un modelo de empresa no son susceptibles de una adecuada contrastación empírica, debido a la ausencia de datos o a su carácter subjetivo.

En cualquier caso, debemos ser conscientes de la necesidad de ampliar los clásicos errores que pueden cometerse durante el proceso de validación de un modelo, es decir, los de tipo uno (invalidar un modelo correcto) y de tipo dos (validar un modelo incorrecto) con una tercera clase

de error: la derivada del hecho de que
un modelo correcto no responda a los -
objetivos y esperanzas depositadas en -
él (45).

1.2.7. Experimentación, uso práctico y desarrollo

En esta etapa el modelo ya se considera -
validado y se encuentra disponible para:

a) la experimentación de su comportamiento
to para obtener las respuestas que de
él se requieren,

b) el desarrollo y puesta al día del modelo
lo, de acuerdo con sus resultados o a
consecuencia de cambios en la empresa
o en su medio ambiente.

En el primer caso, la experimentación -
puede referirse a alguno de estos puntos:

a) el comportamiento de las soluciones -
obtenidas,

- b) la propia formulación del modelo,
- c) la validez de los datos o hipótesis empleadas a la vista de sus resultados.

Los problemas que se plantean en esta fase corresponden al diseño del experimento, de modo que se garantice su eficacia con el menor consumo de medios, y al denominado problema de la respuesta múltiple, derivado de la existencia de más de una caracterización del resultado del experimento (46).

Respecto al segundo punto, relativo al desarrollo y puesta al día del modelo, deben tenerse en cuenta factores tales como:

- a) la disponibilidad de nueva información
- b) los cambios en la estructura organizativa de la empresa,
- c) la aparición de nuevas técnicas de solución o estimación,
- d) las modificaciones que afecten a la empresa a consecuencia de decisiones de política pública,
- e) el avance de la tecnología - tanto de "hardware" como de "software" - en los medios de tratamiento informático existentes,
- f) los desarrollos de la teoría,
- g) la propia evolución del modelo en cuanto intento de representación completa de la empresa, etc.

factores todos ellos que pueden obligar
a recorrer de nuevo todo o parte del -
conjunto de etapas que hemos diseñado
(47).

1.3. Implementación de los modelos de empresa

Dentro de nuestro contexto de estudio, y parrafeando a Ackoff, podemos definir la implemen-
tación como el "diseño de un conjunto de pro-
cesos de decisión organizados de manera que -
tanto el modelo como las conclusiones que del
mismo se deriven puedan llevarse a cabo" (48).

En este sentido puede decirse que:

- a) La implementación no constituye una fase -
separada en el diseño de un modelo, como -
tampoco se encuentra localizada en alguna
de dichas fases, sino que abarca todas -
ellas, siendo inseparable de las mismas (49).

- b) La implementación requiere de la intuición
y de las relaciones humanas, por lo que no
puede dejar de depender de variables psico

lógicas que reflejen las predisposiciones de comportamiento de las diferentes partes que intervienen en el proceso de modelización (50).

Desde el punto de vista del esquema metodológico propuesto por Mitroff et al. (51), la implementación recoge la relación que se da entre la solución de un modelo y la realidad o situación problemática que lo han originado, completando así el "feedback" en sentido restringido" que se produce entre dicha solución y la conceptualización de la realidad en estudio. Es decir, no sólo se cuestiona la conceptualización realizada, sino que, sobre todo, se analizan las implicaciones del modelo y sus soluciones para la acción. Para los auto-

res citados, la implementación debe juzgarse a la luz de su "habilidad para provocar o efectuar cambios significativos desde el punto de vista social" (52).

A pesar de todas las dificultades implicadas, la consideración de la implementación de un modelo es a todas luces necesaria, primero, porque se trata de un elemento inseparable de todo proceso de modelización; segundo, porque de ignorarse se caería en un círculo vicioso, que ha sido denominado como "el mito de la resolución de problemas" (53). La explicación del mismo reside en el hecho de que la apreciación de una realidad o de una situación problemática no es en absoluto independiente del observador, por lo que se corre el peligro de fijar de antemano la realidad en estu-

dio, dotándola de una mera existencia mental, e ignorando tanto una visión más general de dicha realidad, como el propio sistema que forman el investigador y el problema (54).

Aunque el número de factores de naturaleza psicológica que pueden influir en la implementación de un modelo es muy amplio, todos los estudios coinciden en señalar sólo un número reducido como variables significativas (55). Estas variables recogen, por otro lado, las características relativas a (56):

- El sujeto decisor
- El problema
- El investigador

En el campo que nos ocupa, R.N. Taylor señala

cuatro aspectos de influencia de estas variables:

- a) La resistencia a las actividades de modelización y a sus resultados;
- b) La motivación de la consecución de unos objetivos prefijados;
- c) La limitación cognoscitiva del investigador;
- d) La posibilidad de bloqueo a la capacidad de innovación.

El primero de los anteriores puntos da lugar al "temor al cambio planificado", derivado - precisamente de la orientación hacia el cambio social - tanto en las formas de pensamiento -

como de acción - de los modelos. Se trata de un fenómeno cuyas razones y soluciones se encuentran ampliamente estudiadas, sobre todo - dentro del enfoque de la participación.

El segundo punto incluye desde la denominada dirección por objetivos a la incorporación de preferencias a través de niveles de aspiración, todo ello dentro de un adecuado proceso de comunicación de los resultados obtenidos.

Mayor interés, desde el punto de vista de la - tarea del investigador, ofrece el tercero de - los aspectos citados, que se refleja en su habilidad para (57):

- a) Generar y definir problemas importantes y realistas;

- b) Resolver problemas;
- c) Motivar la utilización de las soluciones -
obtenidas.

Esta habilidad se encuentra condicionada por el concepto de "racionalidad limitada" de -
March y Simon (58), según la cual todo sujeto decisor actúa racionalmente sólo dentro de los límites de su percepción del problema, límites que resultan muy estrechos en relación con la complejidad de la mayoría de los problemas -
reales. En particular, puede hablarse de una "ruptura cognoscitiva" cuando las demandas informativas de un problema excede la capacidad de proceso de la información poseída por el -
sujeto decisor.

Dentro de esta línea se encuentra la cuestión de la percepción de las restricciones del problema (59), cuestión importante por cuanto - las mismas representan la medida en la cual - se ha definido y formulado el problema. En es te sentido, las restricciones pueden dividirse en (60):

- | | | |
|--|---|---|
| 1.- <u>Por su</u>
<u>definición</u> | } | a) <u>Abiertas</u> , cuando no se encuentran explícitamente establecidas, y
b) <u>Cerradas</u> , en caso contrario. |
| 2.- <u>Por su</u>
<u>fundamento</u> | } | a) <u>Justificadas</u> , en cuanto reflejan adecuadamente los atributos del problema,
b) <u>Injustificadas</u> , debido a los errores de <u>per</u> cepción en dichos atributos. |

Toda restricción injustificada debe ser removida del problema, si bien la cuestión radica -

aquí en descubrir las que siendo de tal carácter permanecen abiertas. Por lo demás, la resolución de un problema se facilita tanto cerrando restricciones abiertas como abriendo las cerradas, aunque no es deseable descansar en restricciones sin definición explícita por la evidente dificultad de su verificación.

Otro de los factores que han merecido la atención de los investigadores del tema que comentamos es el "estilo cognoscitivo", referido a "la manera autoconsistente de funcionamiento que un individuo exhibe en sus actividades perceptivas e intelectuales", factor al que se le atribuye la orientación más o menos global, más o menos analítica, en que se inspira el sujeto al contemplar una determinada realidad (61).

Por último, dentro de la posibilidad de que -
se produzca un bloqueo en la capacidad innovau-
dora del investigador - capacidad que puede -
ser crucial si el problema tiene una estructuu-
ra excesivamente abierta -, se ha estudiado -
la denominada "fijeza funcional", cuyo efecto
es la inhibición de la transferencia de una -
respuesta desde un campo acostumbrado a un -
uso novedoso, disminuyendo así la capacidad -
de enfrentarse adecuadamente ante problemas -
de naturaleza creativa.

La complejidad de todas estas variables y fau-
tores es enorme y no enteramente estudiada,
por ello no es extraño que junto a los enfo-
ques ya tradicionales de optimización, satis-
facción y adaptación, se haya propuesto uno -

nuevo, denominado "incrementalización" (62), con la finalidad de reducir la percepción de la complejidad del problema, que no ésta en sí. Según este último enfoque, el sujeto decisor "realiza comparaciones sucesivas y limitadas entre los programas existentes o las condiciones y las alternativas de acción".

Apéndice

Postulados básicos para la modelización

En este apéndice pretendemos realizar una síntesis del esquema metodológico antes citado - de I.I. Mitroff y otros autores (63) con los postulados fundamentales para la modelización y la simulación expuestos por Bernard P. - Zeigler (64).

Para los primeros existen cuatro subsistemas cuyas relaciones entre sí vienen fundamentadas en la Ciencia. Estos subsistemas son los siguientes (65):

1. La realidad, formada por todos aquellos aspectos del mundo real que son relevantes a la investigación a realizar.

2. El modelo conceptual, imagen mental que el investigador tiene de la realidad. Este modelo "define en términos amplios el problema a resolver, especifica las variables de campo utilizadas para reflejar la naturaleza de dicho problema, así como el nivel de tratamiento de las mismas" (66).
3. El modelo científico, representación formalizada de los dos subsistemas anteriores.
4. La solución, derivada del anterior, subsistema de salida del proceso de investigación.

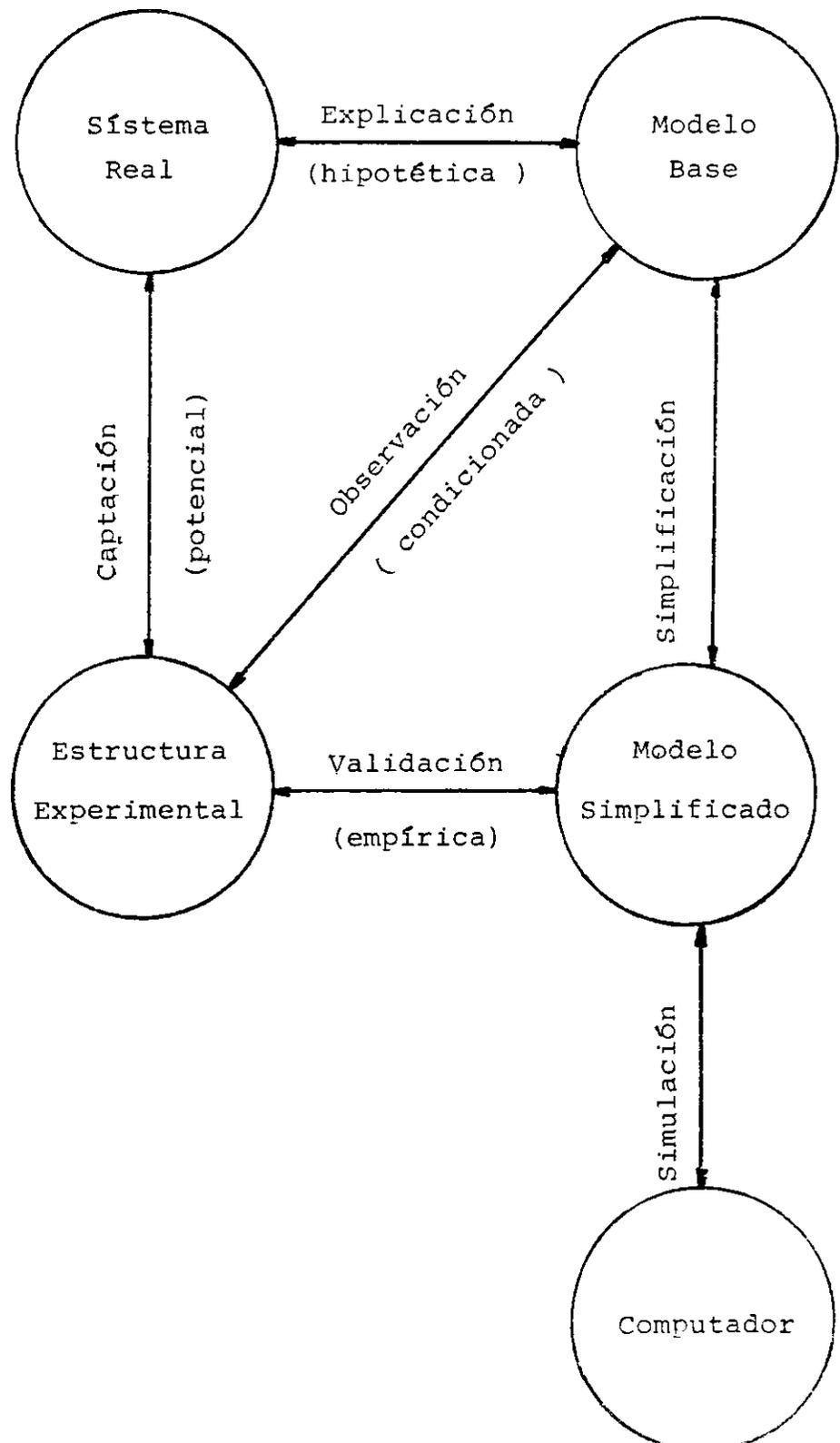
El segundo apoya sus postulados en los siguientes elementos básicos (67):

1. El sistema real, fuente de observaciones (68);

2. La estructura experimental, conjunto de -
circunstancias bajo las cuales se observa
o experimenta el sistema anterior;
3. El modelo base, capaz de proveer una "ex-
plicación completa del comportamiento del
sistema real" (69);
4. El modelo simplificado, derivado bien del -
anterior, bien "de la imagen mental del in-
vestigador", que constituye el verdadero mo-
delo de trabajo para la investigación (70);
5. El computador, proceso de cálculo con cuya
ayuda puede generarse el comportamiento del
modelo simplificado (71).

Estos cinco elementos pueden relacionarse gráu

ficamente como sigue(72):



La comparación inmediata de ambos esquemas nos lleva a las siguientes conclusiones (73):

- 1^a La ausencia en el primero de ellos de toda referencia a la denominada estructura experimental por el segundo;
- 2^a El escaso papel que juega en este último el modelo conceptual tal y como es definido en el esquema de Mitroff et al;
- 3^a La postulación por Zeigler de la existencia de un modelo base subyacente en el sistema real.

Examinemos con mayor detalle estos aspectos.

En primer lugar, el desarrollo de la metodología científica ha demostrado los peligros de ignorar en todo proceso de investigación la estructura ex-

perimental en que ésta se apoya. Esto es así, porque esta última condiciona las posibles maneras de experimentar y observar el sistema real, operando mediante tres tipos de factores (74):

- a) Tecnológicos, derivados del estado actual de los instrumentos y técnicas de observación disponibles.
- b) Metodológicos, debidos a los objetivos que se persiguen con la investigación.
- c) Cognoscitivos, derivados del estado actual del conocimiento.

Para Zeigler la misión de la estructura experimental se traduce en recoger la llamada "función de salida", del modelo base, dada dicha estructura, es decir, de aquella que proporciona las variables

descriptivas - desde un punto de vista observacio-
nal - del sistema real, así como los valores de -
las mismas (75). Dichas variables descriptivas no
pueden confundirse con las verdaderas variables ex
plicativas subyacentes en el modelo base, es decir,
aquellas que explican la, evolución del sistema -
real a través de la denominada "función de transi-
ción" (76).

Por consiguiente, seguimos a Zeigler en el énfasis
puesto en la relativización de todo modelo con res
pecto a la estructura experimental en que se apoya,
pero no aceptamos el papel tan marginado que le -
asigna a lo que Mitroff et al. denominan el modelo
conceptual.

En efecto, no puede decirse que Zeigler ignore di-

cho modelo, puesto que no deja de reconocer su influencia tanto en la elaboración del modelo simplificado como en la estructura experimental empleada. Sin embargo, las funciones que se le asignan al mismo por Mitroff et al. permanecen exógenas al proceso de modelización, y sobre las cuales no se hace otra cosa sino recomendar la exposición de sus resultados en lo que Zeigler denomina la "pre-sentación informal de los modelos" (77). Esto es:

- Sus componentes,
- Las variables consideradas descriptivas,
- La manera en que los distintos componentes se interrelacionan.

No resulta extraña esta postura, pues ya Mitroff et al. afirman la poca dedicación que han mostrado la literatura y la investigación acerca del modelo

conceptual (78). Su importancia radica en que nadie se enfrenta con el estudio de una realidad con una mente vacía, sino que ésta se encuentra ya predeterminada por los conocimientos, la experiencia o la formación científica que se posean. Y en este sentido, puede considerarse válida la regla de tres propuestas por los autores que comentamos: "realidad es a datos, como modelo conceptual es a información" (79). Por otro lado, es un hecho de que a una determinada realidad le pueden corresponder - varios modelos conceptuales, careciéndose de reglas aceptadas para evaluar las alternativas disponibles, dado que, entre otras cosas, éstas dependen de los enfoques epistemológicos de que se parte.

Varios autores han pretendido que la conceptualización se deriva de un proceso de analogía de la rea

lidad. Sin embargo, dicho proceso no puede limitarse a considerar un modelo como un homomorfismo de la realidad en estudio, sino que debe entenderse en un sentido más amplio, pudiendo distinguirse en él tres tipos de componentes (80):

- a) Positivos: aquellos que corresponden directamente a los de la realidad en estudio.
- b) Negativos: aquellos que no se corresponden a dicha realidad.
- c) Neutrales: aquellos que no tienen relación aparente con el problema analizado, si bien pueden proporcionar nuevos aspectos del mismo.

Evidentemente, sólo los primeros pueden contribuir a definir un homomorfismo entre la realidad y el modelo. Evidentemente, también, sólo desearíamos -

quedarnos con dichos elementos (81). El problema - es que no se dispone de una regla clara para determinar qué elementos de un modelo pertenecen a cada una de las tres categorías citadas.

Para escaparse de todas estas consideraciones es - precisamente por lo que, a nuestro juicio, Zeigler postula la existencia de un modelo base - no necesariamente único - subyacente en la realidad. Dicho modelo provee una explicación completa del comportamiento del sistema real, la cual "no puede ser conocida por completo", mediante el reflejo de todas - las posibles combinaciones entrada y salida que se puedan dar en el mismo (82). Componentes de este modelo son:

a) El "alfabeto" del sistema real, esto es la defi-

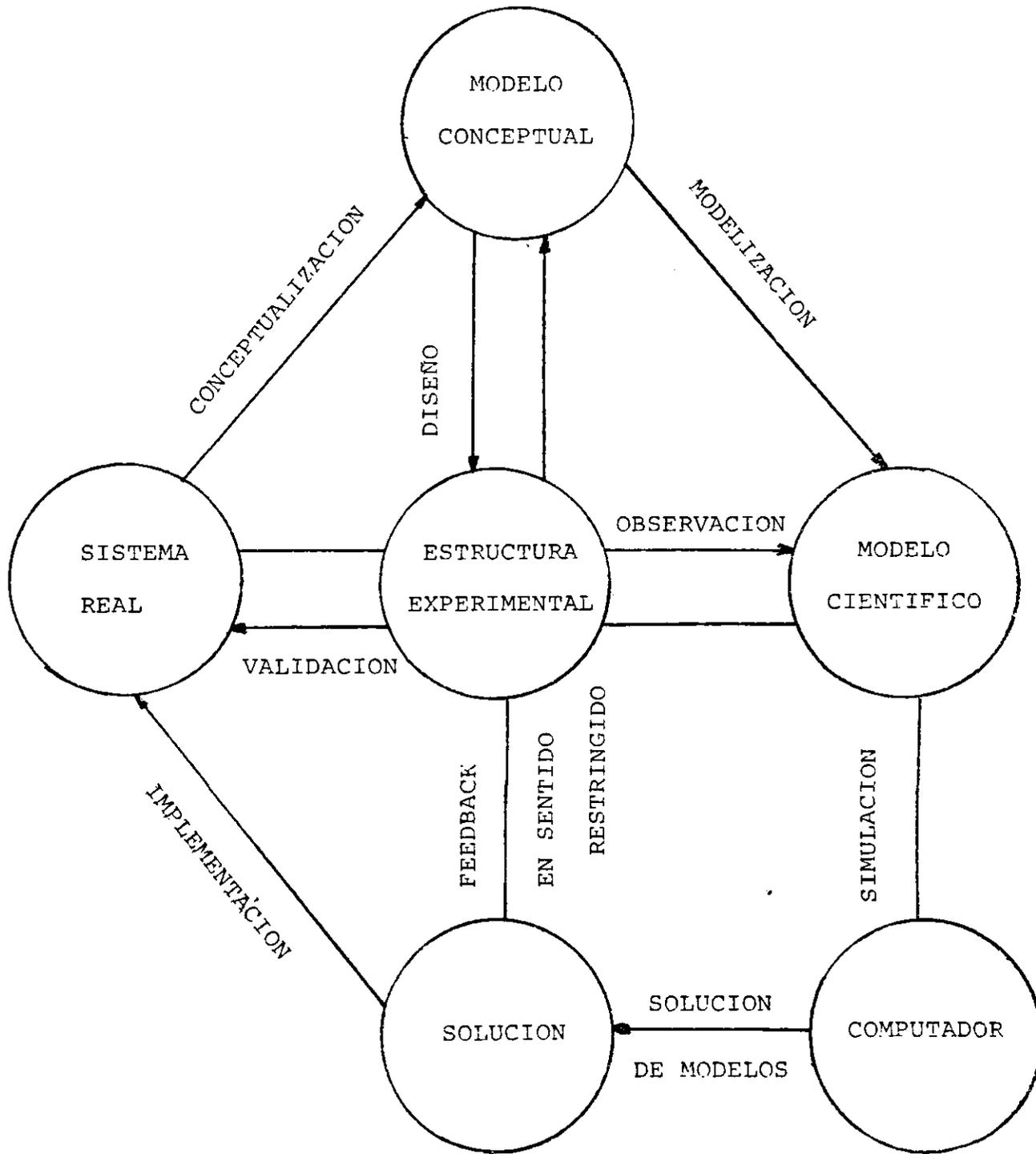
nición de las entradas que puede recibir el modelo.

b) La antes mencionada "función de transición", - ley de comportamiento interno del sistema real.

Sobre este modelo base puede construirse una estructura formal - el modelo simplificado - cuya validez respecto al primero se establece en términos empíricos, es decir poniendo en correspondencia las relaciones entrada-salida de ambos, condicionada la del primero por la estructura experimental utilizada(83).

Así, mientras que para Mitroff et al. la explicación de la realidad se encuentra subyacente - en sus principios - en la imagen mental que sobre la misma posea el investigador, Zeigler la coloca en esa misma realidad, a través de un modelo intrín-

secc a la misma, en cuanto recoge todos los posibles comportamientos que puedan darse en ella, comportamientos parcialmente observables debido a un conjunto de circunstancias que condicionan nuestras miradas en la realidad en estudio. Nuestra postura se inclina claramente por la primera de las direcciones apuntadas, tal y como lo hicimos en un anterior trabajo (84) reconociendo, sin embargo, la importancia de la estructura experimental en todo proceso de modelización de una realidad. Por todo ello, proponemos el siguiente esquema metodológico para - la modelización:



donde, junto a la influencia de la Ciencia en todas y cada unas de las interrelaciones, ya señaladas -
por Mitroff et al., debe recogerse también la influencia de la Tecnología en el diseño de la estructura experimental, así como en la simulación de los modelos científicos.

N o t a s

- (1) Vid. Naylor, T.H. " A Conceptual Framework for Corporate Modeling and the Results of a Survey of Current Practice". Operational Research Quarterly, Vol. 27, n°3, ii, 1976, pág. 671.

En la definición propuesta por este autor hemos preferido suprimir la necesidad de que este conjunto de relaciones logicomatemáticas - "haya sido programado en el ordenador" por su evidente carácter instrumental - aunque imprescindible- frente a la finalidad principal de describir las actividades de la empresa desde un punto de vista "divergente", es decir, en términos vagos y mal definidos, pero sin olvidar el carácter total del sistema estudiado.

(2) Vid.

Gershefski, G.W. "Corporate Models - The State of the Art". Management Science, Vol. 16, n°6, febrero, 1970, págs. B-303 - 312.

Grinyer, P.H.; Batt, C.D. "Some Tentative Findings on Corporate Financial Simulation - Models". Operational Research Quarterly, Vol. 25, n°1, marzo, 1974, págs. 149 - 167.

Naylor, T.H.; Schauland, H. "A Survey of Users of Corporate Planning Models". Management Science, Vol. 22, n°9, mayo 1976, págs. 927 - 937.

Como ejemplo de referencias donde se muestran tanto las características de los modelos existentes a nivel operativo como su contexto de utilización.

(3) Gershefski, G.W. "What's Happening in the World of Corporate Models?". Interfaces, Vol. 1, 4, 1971, pág. 43.

(4) Proceso que, según Ackoff, no tiene "conclusión natural o punto final" por dos razones:

- La inexistencia de límite a las posibles revisiones o adaptaciones,
- Los cambios que ocurren tanto en la propia empresa como en su medio ambiente.

A este respecto, lo mismo que acerca de la naturaleza de la adaptación a la que nos referimos, puede verse:

Ackoff, R. "A Concept of Corporate Planning". Long Range Planning, 3, 1970, págs. 2-8.

En cuanto a nuestra mención del aprendizaje he
mos de referirnos al "enfoque asociativo" del
mismo, para el cual el conjunto de asociaciones
estímulos-respuesta orientados a la solución de
un problema puede considerarse como una cierta
clase de transferencia de aprendizaje mediante
"la reorganización del grupo de respuestas debi
do a las aplicaciones afortunadas de algunas de
estas últimas (intentos de solución) en las ex
periencias previas".

Vid.: Taylor, R.N. "Perception of Problem -
Constraints". Management Science, Vol. 22, n°1,
septiembre, 1975, págs. 23 - 24.

(5) Vid. nuestro trabajo:

Valero López, F.J. "Contabilidad y Teoría de la

Medida". Revista Española de Financiación y -
Contabilidad, Vol. V, n°18, octubre-diciembre,
1976, págs. 723 - 734.

La parte subrayada, que no se reflejaba en el
mismo, viene a condensar toda la problemática
que será descrita más adelante referente a la
validación de los modelos.

(6) La terminología la hemos adoptado del siguiente
artículo:

Gilchrist, W. "Statistical Forecasting-The State
of the Art" OMEGA, Vol. 2, n°6, 1974, pág. 735

, donde se emplean los términos "global" y -
"local" para definir las dos orientaciones bá-
sicas en la formulación de modelos con fines -
de previsión.

(7) Vid.

Dhrymes, P.J. et al. "Criteria for Evaluation of Econometric Models". Annals of Economic and Social Measurement, Vol. 1, n°3, pág. 292.

(8) Tal afirmación recibe su fuerza del concepto - de "problema mal estructurado", debido a la novedad del mismo y a la ausencia de procedimientos definidos que permitan darle una solución satisfactoria. Ante tales problemas sólo cabe el recurso a la creatividad, uno de cuyos mayores peligros es la denominada "fijeza funcional", a la que posteriormente haremos referencia en el texto. Vid. Taylor, R.N. Op. cit. págs. 25-28.

(9) Vid.: Rosenkranz, F. "An Introduction to Corporate Modelling", tesis doctoral leída en la Universidad de Basilea, 1974, págs. 36 - 50.

- (10) En este estudio analizaremos uno de los modelos financieros que hacen uso de la misma con objeto de reflejar de alguna manera la incertidumbre asociada a las restricciones de liquidez y de solvencia.
- (11) Wagle, B.; Jenkins, P.M. "Corporate Planning, Models and Computer Systems". The Computer Journal, Vol. 17, n°3, pág. 194.
- (12) Vid. Ackoff, R. Op. cit., pág. 2
- (13) Vid. Higgins, J.C. "Corporate Planning and Management Science", trabajo contenido en: "Corporate Planning, Management Science and Computers. Part. I." International Conference Manual, Universidad de Bradford, 1971, pág. 7.

Puede consultarse también la obra del profesor E.J. Bueno Campos, "El Sistema de Información en la Empresa", Confederación Española de Cajas de Ahorro. Madrid, 1974, págs. 100 - 132.

- (14) Sobre la relación entre el S.I.D. y el modelo de empresa puede consultarse:

Stengel, J. "Les Modeles d'Entreprise". Revue - Francaise d'Informatique et de Recherche - Opérationnelle, Vol. V-2, 1971, págs. 27 - 28.

- (15) Este es el camino iniciado por R. Mattesich en sus obras:

"Budgeting Models and System Simulation", 1961, reimpresso por la Faculty of Commerce and Business Administration, Universidad de Columbia Británica.

" Accounting and Analytical Methods " R.D. -

Irwin, Inc. Homewood, Illinois, 1964, cap. 9.

"Simulation of the Firm through a Budget Computer Program", de la misma editorial y año que

la obra anterior.

(16) Terminología propuesta en:

Halmiton, W.F.; Moses, M. A. " A Computer Based Corporate Planning System". Management Science,

Vd. 21, n°2, octubre, 1974, pág. 150.

(17) Esquema basado en el propuesto por Wagle, B. -

Jenkins, P.M. Op. cit., pág. 195. La literatura esta llena de elaboraciones gráficas de mayor -
complejidad. Vid, por ejemplo:

Boulden, James B.; Buffa, E.S. "Corporate Models:

On Line, Real-time Systems". Harvard Business
review, julio-agosto, 1970, págs. 65-83.

(18) Vid. Halmiton, W.F.; Moses, M. A. Op. cit., págs.
153-156.

(19) Vid. Naylor, T.H. " A Conceptual ...". Op. cit.
págs. 675-676.

(20) Vid.:
Rosenkranz, F. Op. cit., pags. 68-71 y 500-503
Gershefski, G.W. " Corporate Models...". Op. cit.
pág. B-310.

Naylor, T.H. " Computer Simulation Experiments
with Models of Economic Systems" John Wiley &
Sons, Inc., 1971, págs. 11-36.

(21) Puede verse al respecto las dificultades con que

se encuentra Mattesich al introducir en su -
formulación axiomática de los sistemas contables
el supuesto básico relativo a los objetivos de
los mismos.

Vid.: Mattesich, R. " Recent Improvement in the
Axiomatic Presentation of Accounting Systems" -
Working Paper n°167. Faculty of Commerce and B.
A. Universidad de Columbia Británica, octubre,
1972. Versión española de L. Cañibano en R.E.F.
y C., enero-abril, 1973, págs. 450-452.

El problema adquiere especial relevancia, como
enseguida veremos, al tratar de la validación -
de los modelos.

(22) Alternativamente, todos los aspectos que se men-
cionan pueden utilizarse como instrumentos de -

análisis y clasificación de los distintos modelos de empresa. Vid. Grinyer, P.H.; Batt, C.D. Op. cit., págs. 149-150.

(23) Ackoff, R. Op. cit, pag. 6

(24) Vid. Gershefski, G.W. " What's Happening..."
Op. cit., pág. 45.

(25) A esta problemática está dedicada prácticamente toda la primera parte de la obra de O. Morgenstern "Sobre la Exactitud de las Observaciones Económicas" Ed. tecnos, Madrid, 1970, págs.19-117.

(26) Morgenstern, O. Op. cit. págs. 99-107.

(27) Ibid., pag. 101.

(28) Clasificación elaborada a partir de la terminología utilizada por Rosenkranz. Op. cit., págs.

111-110 y 197-201. Este autor se apoya, a su vez, en la obra de Jan Tinbergen.

(29) En este sentido, también pueden conceptuarse - como relaciones secundarias las derivadas de las condiciones de optimalidad de un modelo sometido a la optimización de alguna función objetivo.

(30) Vid. Rosenkranz F. Op., cit., págs. 197-201.

(31) Las páginas 145 a 221 de la obra de Rosenkranz contienen buena parte de los tópicos que se - refieren a este tema. El concepto fundamental es el de "grafo de flujo de señales", definido como "un multigrafo lineal, orientado y conectado". Su poder radica en la posibilidad de dar un adecuado reflejo a las relaciones causa-efecto contenidas en el modelo.

(32) Ibid., págs. 51 - 57.

(33) En efecto, si se cumple la llamada "condición de regularidad", existirá en la vecindad de cada solución posible un conjunto de funciones - que expresen determinadas variables en función de los demás. En la notación de la programación lineal las primeras son las variables básicas, que podrán ponerse en función lineal de las - restantes o variables no básicas. La condición de regularidad es, entonces, equivalente a la ausencia de degeneración. Vid:

Luenberger, David G. "Introduction to Linear - and Nonlinear Programming" Addison-Wesley - Publishing Co., 1972, págs. 223 - 224 y 330 - 331.

(34) Rosenkranz F. Op. cit., págs. 54 - 57.

(35) Un excelente estudio acerca de los problemas metodológicos que plantea la optimización es el siguiente:

Ackoff, R. "Optimization + Objectivity = Opt out". European Journal of Operational Research. Vol. 1, nº1, enero 1977, págs. 1 - 7.

La evaluación de un modelo de optimización, según este autor, debe tener en cuenta tres circunstancias:

- Los costes de investigación, recogida y proceso de datos y optimización implicados en el modelo.
- La poca fiabilidad y exactitud que pueden tener los datos empleados.

- La imposibilidad de comparar los resultados del modelo con la realidad, puesto que lo único que se hace entonces es probar una tautología (Todo punto óptimo siempre es "óptimo" respecto a uno que no lo sea).

Además, todo modelo de optimización ignora dos aspectos de valoración estética:

- Las preferencias estilísticas, que reflejan la satisfacción derivada de lo que se hace.
- El sentido de progreso hacia uno o más ideales cuya consecución nos preocupa.

Por esto, dice Ackoff que un modelo orientado hacia la optimalidad o racionalidad en la toma de decisiones "tiene en cuenta el valor extrín-

seco de los cursos disponibles de acción" -
(medios) y "el valor intrínseco de los resulta-
dos posibles" (fines), pero ignora "el valor -
intrínseco de los medios y el valor extrínseco
de los fines".

(36) Más adelante se dará una definición formal de lo que es un "ordenador" o "computador" en el sentido que deseamos darle.

(37) Puede verse:

Rosenkranz, F. Op cit., págs. 398 - 446.

Carruthers, J.A. "Computer-based Corporate -
Modelling Programs, Systems and Applications",
en "International Conference Manual", Op cit.,
págs. 1 - 11.

(38) Ibid., pág. 6.

(39) Ibid., pág. 9.

(40) Naylor, T.H. "Computer Simulation..." Op. cit.,
págs. 154 - 156.

(41) Ibid., pág. 156 - 158.

(42) Dhrymes, P.J. et al. Op cit., pág. 310.

(43) Concepto introducido por:

Herman, C. "Validation Problems in Games and
Simulations With Special Reference to Models
of International Politics". Behavioral Science,
Vol. 12, 1967, págs. 216 - 231.

Este autor distingue cinco tipos de criterios
de validez:

- Interna
- Facial

- De variables y parámetros
- De acontecimientos
- De hipótesis,

y analiza las diferencias y semejanzas entre -
ellos.

(44) Dhrymes, P.J. et al. Op. cit, pág. 311. Así, por ejemplo, para el primero de los puntos citados podrá hablarse de componentes de error debidos a:

- La ecuación implicada
- El resto de la estructura del modelo
- Incapacidad de reflejar adecuadamente
la dinámica del modelo
- Hipótesis incorrectas sobre las varia
bles exógenas, etc.

(45) Vid.

Mitroff, I.I. "Towards a Theory of Systemic -

Problem Solving: Prospects and Paradoxes"

International Journal of General Systems, Vol.4
nº1, 1977, págs. 47-59.

En realidad, el error de tercera clase no es un error atribuible al modelo, sino, más bien, a nuestra concepción del problema, ya que recoge la posibilidad de intentar resolver el problema equivocado en lugar del verdadero.

(46) Naylor, T.H. "Computer Simulation..." Op. cit, - págs. 28-29.

(47) Generalmente el diseño de experimentos se haya mejor tratado en lo que respecta a la simulación estocástica. Sin embargo, los modelos de optimización también son susceptibles de una experimentación de profundo alcance, y donde las cuestiones de diseño juegan también un papel muy impor-

tante. A título de ejemplo, señalamos:

- a) Comprobación de las ganancias derivadas de la progresiva integración de los modelos.

Vid.: Damon, W.W.; Schramm, R. "A Simultaneous Decision Model for Production, Marketing and Finance". Management Science, Vol. 19, n°2, octubre, 1972, págs. 161-172.

- b) Formulación de problemas con objeto de facilitar su solución. Vid.: Broyles, J. E. -

"Compact Formulations of Mathematical Programmes for Financial Planning Problems".

Operational Research Quarterly, Vol. 27, - n°4, i, 1976, págs. 885-893.

- c) Análisis de sensibilidad en situaciones de

discontinuidad. Vid.: Jensen, R.E. "Sensitivity Analysis and Integer linear Program-

ming".The Accounting Review, Vol. 43, julio
1968,págs. 425-446.

(48) Ackoff, R. "A Concept...". Op. cit, pág. 3.

(49) Vid.

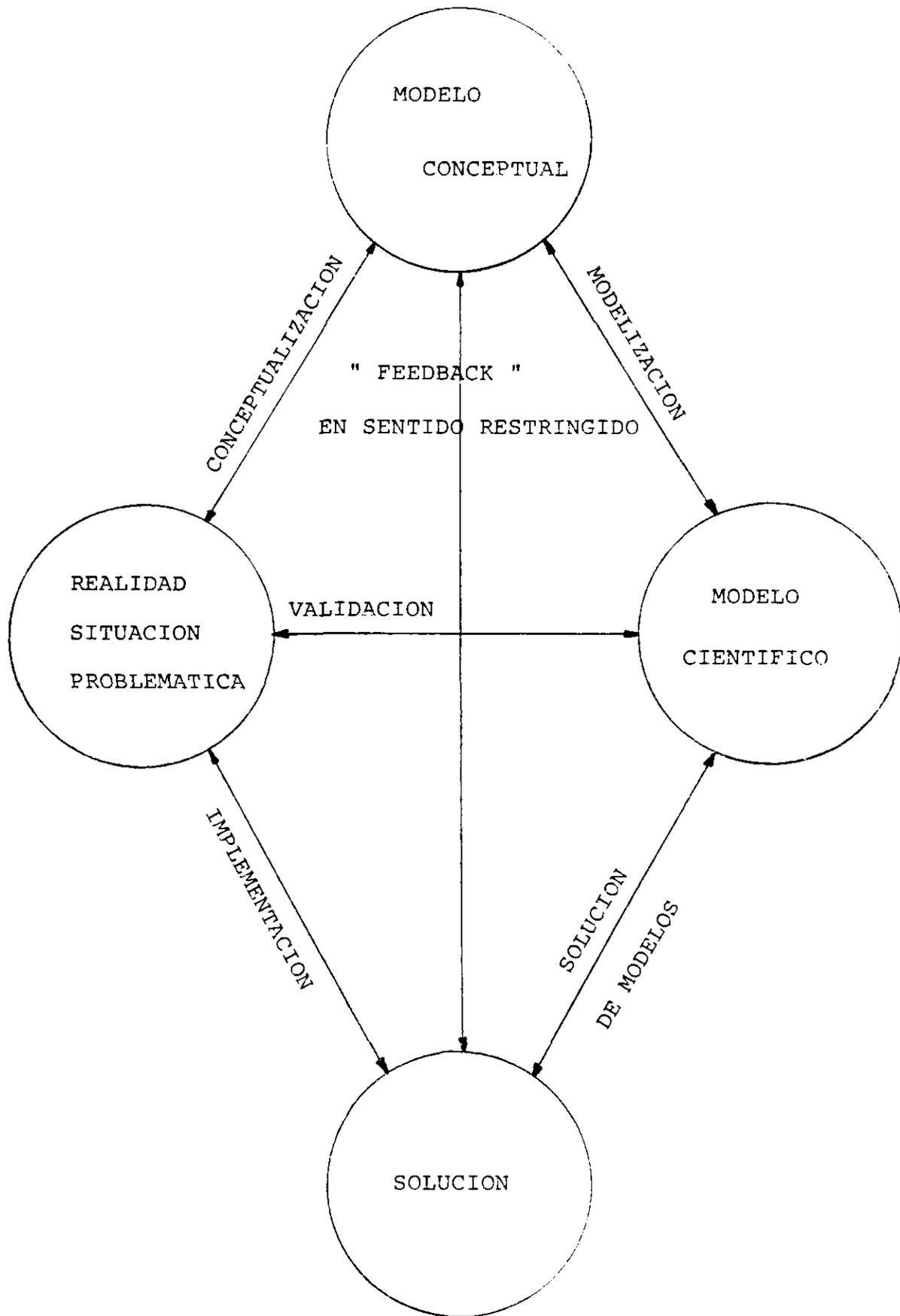
Taylor, R.N. "Psychological Aspects of Planning"
Long Range Planning, abril, 1976, pág. 66

(50) Vid.

Mitroff, II. et. al. "On Managing Science in the
Systems Age: Two Schemas for the Study of Science
as a Whole Systems Phenomenon".En:

Churchman, C.W.; Werner, R.W. eds. "Systems and
Management Annual 1975" Petrocelli Charter, New
York, 1975, págs. 61-62.

(51) Ibíd., pág. 59. Dicho esquema es como sigue;



(52) Ibid., pág. 62. El punto de vista "social" al que se refieren sus autores ha de entenderse al nivel de toda sociedad (como, en nuestro caso, la empresa), cualquiera que sea su proyección y dimensión.

(53) Vid.

Gause, D.C.; Weinberg, G.M. "On General Systems Education". En "Systems and Management ...". Op. cit., págs. 97 - 98.

(54) Resulta altamente reveladora la siguiente cita:

"Representar (conceptualizar o modelizar) un problema es realizar una indagación sobre su naturaleza, lo cual es recoger (o producir) alguna información sobre ella. En este sentido,

la información no es separable de la indagación (o de la epistemología), ya que lo que conocemos (información sobre un problema o su naturaleza) no es independiente de como hemos obtenido dicho conocimiento, es decir, del sistema particular de indagación que hayamos adoptado".

Mitroff, I.I. "On the Methodology of the Holistic Experiment" Journal of Technological Forecasting and Social Change; Vol. 4, 1973, págs. 339 - 353.

Citado en "Systems and Management..." Op. cit., pág. 77.

(55) Toda la exposición que sigue recoge las ideas y conceptos reseñados con mayor detalle en la

obra de Taylor, R.N. "Psychological Aspects..."
Op. cit., págs. 66 - 74, que nosotros hemos -
querido completar con otras referencias para -
algunos de los aspectos expuestos. Nuestro ob-
jetivo no es otro que no dejar de lado las im-
portantes influencias de las variables psicoló-
gicas en la implementación de los modelos.

(56) Vid.

Doktor, R.H.; Halmiton, W.F. "Cognitive Style
and the Acceptance of Management Science -
Recommendations"

Management Science, Vol. 19, n°8, abril, 1973,
pág. 884.

(57) Ibid., págs. 884 - 885.

(58) March, J.G.; Simon, H.A. "Teoría de la Organi-

zación". Ariel, Barcelona, 1977,

Puede verse también:

Simon, H.A. "Theories of Bounded Rationality",

en:

Mc Guirre, C.B.; Radner, R., eds. "Decision -
and Organization", North Holland, 1972.

El concepto de racionalidad limitada ha sido -
criticado por referirse al sistema de proceso
de información de un solo individuo - cuando
muchos problemas se atacan en el seno de un -
grupo o de una organización -, y también por
ignorar las restricciones de naturaleza con-
ceptual a expensas del énfasis puesto en las
de capacidad informativa.

Vid.

Bartee, E.M. "A Holistic View of Problem - Solving", Management Science, Vol. 20, n°4, diciembre, 1973, parte I, págs. 439 - 448.

(59) Taylor, R.N. "Perception..." Op. cit., pág.22

(60) Ibid., págs. 24 - 25.

(61) Doktor, R.H.; Halmiton, W.F. Op. cit., págs. 885 - 886.

(62) Término acuñado por:

Lindblom, C.E. "The Intelligence of Democracy: Decision Making Through Mutual Adjustment", Free Pres, New York, 1965. Citado en Taylor, R.N. "Psychological Aspects..." Op. cit., pág. 72.

Este enfoque se conoce, dentro del marco de la Teoría de la Decisión, con la denominación de - "Análisis de decisiones proximas" , según el cual la solución óptima de un problema se encuentra condicionada por el estado actual de conocimiento de las variables de estado ambientales de carácter incontrolable, por lo que debe analizarse el efecto debido a cambios en dichas variables y a los cambios compensatorios resultantes en las variables de decisión.

Todo ello conduce tanto a las críticas de Ackoff ya comentadas (" Optimización + Objetividad..." Op. cit., págs. 1-2) y a un cambio de enfoque de la optimalidad a la "robusteza" y a la "estabilidad" de las decisiones. Vid.:

Rosenhead, et. al. "Robustness and Optimality as Criteria for Strategic Decisions " Operational -

Research Quarterly, Vol. 23, n°4, 1971, pags.
413-431.

(63) Aparte del ya citado trabajo (Vid. nota 50),
puede verse:

Sagasti, F.R.; Mitroff, I.I. "Operations -
Research from the Viewpoint of General Systems
Theory", recogido en la misma obra que el ante-
rior, pags. 71-85.

En este último se expone con detalle dicho es-
quema metodológico, y, en particular, el papel
del modelo conceptual en el mismo, en contraste
con el primero, donde se intenta explicar la -
relación de la Ciencia con dicho esquema.

(64) Vid.

Zeigler, Bernard P. "The Theory of Modelling -
and Simulation". John Wiley & Sons, Inc., 1976

La exposición de tales postulados se encuentra en el capítulo 11 del libro, págs. 293-305.

(65) Sagasti, F.R.; Mitroff, I.I. Op. cit.; págs. 72 -75.

(66) Mitroff, I.I. et al. Op. cit., pág. 58

Por otro lado el modelo conceptual debe orientarse dentro del contexto general del problema que se intenta resolver. Para una visión holística de este contexto, puede verse:

Ulrich, Werner. "The Design of Problem-Solving Systems", Management Science, Vol 23, n°10, - junio, 1977.

(67) Zeigler, B.P. Op. cit. Cap. 2, págs. 27-49

(68) Y nada más que mera fuente de observaciones, - por cuanto el comportamiento de dicha realidad ya es materia del modelo base subyacente en ella.

- (69) Por explicación completa se entiende aquí la capacidad de generar todas las posibles combinaciones de entrada-salida del sistema real.
- (70) Después de la concesión a la "imagen mental del investigador", Zeigler se ocupa sólo de la derivación de dicho modelo a partir del modelo base. Para ello son posibles operaciones tales como:
- eliminación de determinados componentes, variables e interacciones;
 - reemplazo de variables controladas por procesos deterministas por variables aleatorias;
 - reducción del rango de variabilidad de las variables del modelo base;
 - agregación de componentes y variables en bloques.

Vid. Zeigler, Op. cit., págs. 39-47.

(71) El computador es en sí mismo un objeto formal, cuya especificación debe suponerse libre de errores a efectos prácticos, ya que de no ser así necesitaríamos construir un modelo del mismo (concebido ahora como un sistema real) y repetir de nuevo todo el proceso, con un nuevo computador, y así sucesivamente.

(72) La exposición de la naturaleza de estos elementos nos lleva a comprender el contenido de los postulados fundamentales, que en número de doce formula Zeigler. Esto es:

POSTULADO

SIGNIFICADO

1 Existencia del sistema real.

2 Existencia del modelo base.

3 Existencia de un conjunto

de estructuras experimentales

POSTULADOSIGNIFICADO

- | | |
|-----|---|
| 4 | Definición de estructura experi <u>mental</u> . |
| 5 | Relación entre modelo base y -
estructura experimental. |
| 6 | Definición de un modelo base en
una estructura experimental. |
| 7 | Construcción de observaciones a
partir del modelo anterior. |
| 8 | Posibilidad de captación comple <u>ta</u>
del sistema real. |
| 9 | Definición del modelo simplifi
cado. |
| 10 | Criterio de validez del modelo
simplificado. |
| 11 | Definición de computador. |
| 12. | Relación entre modelo simplifi-
cado y computador. |

(73) Estas conclusiones parten de la base de que, en primer lugar, pueden identificarse a grandes rasgos el sistema real y el modelo simplificado de Zeigler con la realidad y el modelo científico de Mitroff et al., respectivamente. Decimos pueden, porque somos conscientes de que existen matices que deberían impedirnos una identificación total. No podemos olvidar que ambos esquemas forman sistemas completos, de ahí que no sea totalmente procedente una comparación separada entre sus partes. Si lo hacemos así, se debe - como siempre - a la necesidad de exponer los aspectos más relevantes en que se distinguen ambos sistemas, y no meramente sus componentes.

En segundo lugar, suponemos - en la medida que

puede aceptarse una hipótesis meramente tenta
tiva, y, como antes, simplificadora - de que
si bien Mitroff et al. no mencionan en su -
esquema metodológico lo que Zeigler denomina
el computador, podemos considerar a éste como
parte del proceso de solución a que se refie-
ren los primeros (Hipótesis claramente peligro
sa por cuanto los postulados de Zeigler no -
recogen en ningún momento una definición explí
cita de lo que constituye la solución de un -
modelo, más aún ni siquiera se la menciona en
todo el conjunto de su obra, más que en rela-
ción con los aspectos comunicativos del proceso
de modelización-simulación).

(74) Vid. Zeigler, B.P. Op. cit., págs. 296-297.

Mientras los factores metodológicos vienen -
determinados por la línea de investigación que

se sigue, esto es de la conceptualización - que se ha realizado sobre el problema, los - factores tecnológicos nos impiden, por ejemplo obtener datos de una determinada precisión, y los factores cognoscitivos nos previenen de dar un significado útil a ciertas observaciones, por muy grande que pueda ser la precisión de las mismas.

- (75) Esto es, desde el punto de vista de la terminología utilizada en nuestro citado trabajo, la función de salida cumple dos misiones:
- a) Captación de las variables explicativas - del modelo, algunas de las cuales pueden no ser observables de manera directa, e incluso no serlo en modo alguno.
 - b) Valoración de las variables observadas, es decir, de la captación que se realiza del comportamiento del modelo.

Vid. Zeigler, Op. cit., pág. 60.

Valero López, Op. cit. págs. 728-729

Es de notar que para Zeigler la captación y su correspondiente valoración se realizan en el mismo instante del tiempo, circunstancia - que no puede ser caracterizada como general.

- (76) Las variables que nosotros denominamos explicativas son llamadas por Zeigler variables de estado por cuanto reflejan - y determinan junto con las variables de entrada - la evolución del modelo en cada instante del tiempo. Algunas de estas variables de estado pueden , ser también variables de salida, pero no toda variable se salida necesita ser una variable de estado.

Vid. Zeigler, Op. cit., págs. 59-71

- (77) Ibid., págs. 10-21.

- (78) Vid. Sagasti, F.R.; Mitroff, I.I. Op. cit.,
pág. 74.
- (79) Ibid., pág. 76.
- (80) Hesse, Mary B. "Models and Analogies in Science"
University of Notre Dame Press, Indiana, 1966.
Citado en Sagasti, F.R.; Mitroff, I.I. Op. cit.
pág. 78
- (81) También resulta obvio que en un modelo científico no deberían recogerse los factores denominados negativos; sin embargo, lo único que se afirma al respecto es que en todo proceso de analogía de una realidad pueden introducirse componentes negativos. De hecho, tal calificación dependerá, entre otras cosas, de la propia epistemología seguida en la investigación.
Vease ibid, pág. 77

(82) En definitiva, Zeigler supone resuelto lo que hemos denominado como captación de la realidad situando en ella todos los elementos susceptibles de recoger, y cuya existencia no dudamos en afirmar dependientes del propio observador de la misma. La conexión entre la concepción del modelo base como explicación completa del sistema real y la imposibilidad de conocerlo en su totalidad la proporciona el postulado octavo, que hemos denominado de "posibilidad de captación completa del sistema real" según el cual el modelo base en su recorrido por - todas las estructuras experimentales posibles debe reproducir el propio sistema real. Y, en este sentido, dicho concepto de modelo base no deja de tener un cierto contenido tauto-lógico y acientífico por cuanto lleva a la inevitable

conclusión de que la realidad es precisamente todo cuanto puede observarse en la propia realidad, al mismo tiempo que considera que en ésta ya subyace toda explicación de la misma.

Como hemos visto anteriormente, la escuela contraria condiciona tanto la realidad como su explicación a la imagen mental que de ellas tiene el investigador. Y por ello se afirma que problemas y soluciones no parecen tener sino una entera existencia mental (Véanse el respecto las notas 53 y 54).

(83) Este criterio de validación empírica es la única relación que, dentro del conjunto de los postulados de Zeigler, guardan entre sí el modelo base y el modelo simplificado.

(84) Valero López, Op. cit., donde tuvimos ocasión de someter a crítica la concepción de un mode

lo como homomorfismo de una realidad.

Capítulo 2.

"EL MODELO FINANCIERO DE
EMPRESA"

- 2.1.- El papel del modelo
financiero de empresa.
- 2.2.- Elementos del modelo
financiero de empresa.
- 2.3.- Metodología de análisis.

2.1. El papel del modelo financiero de empresa

De acuerdo con la definición comentada al principio del capítulo precedente, por modelo financiero de empresa podemos entender todo intento de describir las complejas interrelaciones existentes en el seno del área financiera de la misma en términos de un conjunto de relaciones lógico-matemáticas, previa formulación de un conjunto de hipótesis que intentan reflejar las también complejas interrelaciones entre dicha área y el resto de las áreas de actividad de la empresa.

En este sentido, al modelo financiero de empresa le son aplicables todas las consideraciones generales, de orden tanto teórico como práctico,

que han sido analizadas en el capítulo anterior, sin perjuicio de que las mismas puedan adoptar características singulares para dicho modelo. Precisamente, son éstas la materia - que pretendemos recoger en la presente por-- ción de nuestro estudio.

Si nos detenemos por un instante en la definición anterior, podemos observar la existencia implícita de estas dos hipótesis:

- a) Hipótesis de delimitación, que puede enunciar se como sigue:

"Existe un conjunto de actividades en la empresa a las cuales, de uno u otro modo, se - les puede calificar como pertenecientes al - área financiera de la misma" (1).

b) Hipótesis de separación, cuyo enunciado podría ser el siguiente:

"La descripción del área financiera de la empresa puede realizarse, para los fines perseguidos, de manera independiente del resto de las áreas de actividad de la empresa hasta el grado que nos permita el conjunto de supuestos que hayamos realizado acerca de la influencia de estas últimas áreas sobre la primera" (2).

El significado de ambas hipótesis es claro.

Por la primera de ellas suponemos que puede delimitarse aunque sólo sea a los efectos de su inclusión en el modelo, el contenido del área financiera de la empresa. Por la segunda, si bien sabemos que el sistema total que es la empresa no puede subdividirse en partes comple

tamente independientes entre sí, creemos justificada la consideración separada de dicha área, a la vez que la matizamos mediante el empleo de un conjunto de hipótesis acerca de su relación con el resto de los componentes del sistema empresarial.

En definitiva, un modelo financiero no es más que un cierre conceptual del sistema abierto que es la empresa (3), motivado por el deseo de centrar nuestra atención en una determinada área de la misma. En este sentido, la importancia de esta clase de modelos reside en la gran trascendencia para el conjunto del sistema empresarial de los resultados de la gestión del subsistema que se pretende describir y representar. Esta trascendencia no nos permite, sin embargo, asignar a la función financiera de la

empresa la totalidad de la responsabilidad -
acerca del diseño y control del "conjunto de
todas las transformaciones físicas que tienen
lugar en la empresa" (4). Como afirma Fred
Weston, tal diseño y control no definen de ma-
nera unívoca la función financiera, ni a la -
inversa (5).

En cualquier caso, sea cual sea el papel rela-
tivo que se atribuya a la función financiera
en el seno de la empresa, parece justificado
el actual movimiento hacia el desarrollo de -
modelos financieros cuyas características les
permitan ser aceptados en la práctica. En este
sentido, hay una conciencia clara de la exis-
tencia de un creciente desfase entre la teoría
financiera y su correspondiente parte práctica

(6), desfase que se pretende rellenar dentro de los procesos creativos que deben responder a todo problema mal estructurado, mediante - "la provisión de información útil para la toma de decisiones, dentro de las limitaciones -- impuestas por la teoría, las posibilidades de cálculo disponibles y los usos establecidos"(7).

Nosotros podemos señalar dos grandes líneas de acción a observar en el movimiento que comentamos:

1. La persecución de una visión global del subsistema financiero de la empresa, finalidad que - obliga a que el modelo intente reflejar todo - el conjunto de variables y relaciones financieras que se contemplan en el seno de la empresa, utilizando, además, un período de planificación

lo suficientemente adecuado para plasmar la -
dimensión temporal de dichas variables y rela-
ciones.

2. La continua presentación de los aspectos ope-
rativos del modelo propuesto, incluyendo entre
ellos no sólo los que se refieren a la formula-
ción propiamente dicha, sino, también, en lo
que respecta a los datos de entrada requeridos
- y el posible tratamiento sistemático de va-
riaciones en los mismos -, y a la provisión de
un conjunto de informes de salida que satisfa-
gan las necesidades y esperanzas de los usua-
rios - actuales o potenciales - del modelo.

Este énfasis pragmático no puede conceptuarse
en modo alguno como superfluo, pues, dada la
trascendencia de las decisiones financieras -

que ya hemos comentado, "la fe en el realizador del modelo (o en el propio modelo, considerado como "caja negra") es insuficiente" (8), de ahí que buena parte de los esfuerzos realizados - y, por consiguiente, de una sustancial porción de la literatura existente acerca del tema - vayan dirigidos en esta dirección.

Ambas líneas de acción intentan plasmar las - distintas coordenadas en que puede moverse todo enfoque de sistemas, en este caso referido a - la función financiera de la empresa, uno de cuyos elementos lo constituyen los modelos. Según E. Jantsch tales coordenadas son las siguientes (9):

a) Horizontal, que hace referencia al contenido

conceptual del modelo, es decir, al grado -
en que consideramos representada la reali-
dad en estudio, teniendo en cuenta los di-
versos aspectos que pueden contemplarse en
la misma.

- b) Vertical, orientada a recoger las distintas finalidades de carácter normativo y/o descriptivo bajo las cuales se formula y utiliza el modelo.
- c) Temporal, en la cual pueden colocarse todos los aspectos dinámicos del modelo, incluyendo su carácter de diseñador de posibles escenarios en el futuro.
- d) De acción, es decir, la coordenada destinada a la implementación que comentábamos en el capítulo precedente, y que debe aparecer -

siempre en todo proceso de elaboración y aplicación de un modelo.

Excepto esta última, las restantes coordinadas serán objeto de comentario detallado en el próximo apartado en lo que se refiere al subsistema financiero de la empresa.

Por otro lado, la utilidad de un modelo no puede atribuirse solamente a éste, sino a todo el proceso que nos ha permitido llegar al mismo, así como a todas las vías de investigación que de esta forma han quedado abiertas. En este sentido, pretendemos diferenciar los siguientes conceptos:

a) El modelo propiamente dicho de su correspon

diente "metamodelo".

- b) La estructura explícita del modelo de su estructura implícita.

Con el término "meta-modelo" queremos expresar el conjunto de procedimientos y operaciones mediante los cuales se llegan a determinar las diferentes componentes de un modelo (10):

1. El conjunto de alternativas que se considerarán.
2. Las preferencias o costes relativos a esas alternativas.
3. Las variables y relaciones mediante las cuales podrán representarse tanto las alternativas como las preferencias.

4. El proceso - o procesos - de decisión por el cual puedan evaluarse - y, en su caso, escogerse - las alternativas consideradas.

Más aún, dicho conjunto de operaciones no puede conceptuarse como concluido una vez se haya llegado a especificar el "sistema de relaciones funcionales entre el conjunto de variables elegidas" (11), esto es, lo que nosotros denominamos la estructura explícita del modelo, sino que puede volverse a realizar un nuevo recorrido por todas o algunas de las citadas operaciones a causa de la información que pueda disponerse sobre el comportamiento del sistema real, o acerca de los propios resultados del modelo, o mediante la comparación de éstos con la observación de aquel comportamiento. Se

justifica así la denominación de "estructura implícita", conjunto de procedimientos y operaciones mediante los cuales (12):

- a) Se realiza la búsqueda de un conjunto de datos que permita una solución factible del - modelo, caso de que el mismo no haya sido - provisto inicialmente.
- b) Se persigue la comprobación de la estabili- dad de las soluciones obtenidas a través de los correspondientes análisis de sensibili- dad, detectando las áreas de mayor importancia en lo que respecta a la citada estabilidad.
- c) En su caso, y derivado tal vez de las operaciones relativas a los anteriores apartados,

se descubre inconsistencias y anomalías en el modelo que den lugar a una modificación en la estructura explícita del mismo.

Todo ello, sin perjuicio de que se tenga en mente la necesidad de una cierta estabilidad en el seno de todo el proceso de elaboración y aplicación del modelo. Esta estabilidad puede ser muy valiosa, entre otras razones, por las siguientes

(13):

1. Buena parte de la función financiera puede desarrollarse en torno a dicho proceso, y cualquier transformación radical del mismo puede introducir ineficacia o retardos en el normal desenvolvimiento de tal función, con los consiguientes perjuicios para el resto de las áreas de actividad de la empresa.

2. Los sujetos implicados en el proceso pueden sentirse dañados en su respectiva imagen - personal o en su valoración en el seno de la empresa ante cualquier intento de cuestionar o modificar radicalmente el modelo en que se basan, reacción que puede repercutir negativamente en el sistema social que es la empresa.

Frente a estos motivos de estabilidad, deben - contraponerse, si llega el caso, aquellos criterios que hagan referencia a la eficacia del sistema, entendida ésta en términos de "una mejora en la capacidad de repuesta del sistema a su medio ambiente de acuerdo con los fines últimos que tiene asignados" (14). El problema en este caso reside en la imposibilidad de definir unas

medidas de eficacia objetivas, independientes del enfoque conceptual empleado (15).

En resumen, podemos concluir este conjunto de reflexiones atribuyendo al modelo financiero, concebido no solo como modelo en sentido estricto, sino como un proceso, las siguientes misiones:

1. La formulación, estimación y solución de una estructura explícita que intente describir las características más relevantes de la vertiente financiera de la empresa.
2. La utilización sistemática de una estructura implícita que permita probar y validar el modelo que se ha formulado, y, en su caso

desarrollar el mismo en base al logro de -
una mayor efectividad del subsistema finan-
ciero en el seno de la empresa.

3. La implementación de ambas estructuras, de modo que puedan sentirse identificados con ella las personas que intervienen, como actores o como usuarios, en el proceso emprendido (16).

2.2. Elementos del modelo financiero de empresa

En este apartado deseamos profundizar en tres de las dimensiones del enfoque de sistema antes citados: horizontal, vertical y temporal, referidas de modo particular al modelo financiero de empresa. La cuarta dimensión, correspondiente a la implementación, recoge los aspectos generales que ya fueron tratados en el capítulo precedente, sin que creamos necesario realizar ninguna mención particular para el sistema financiero de la empresa.

2.2.1. Elementos de dimensión horizontal

En esta dimensión intentamos recoger los siguientes elementos del modelo financiero de empresa (17):

a) el conjunto de categorías o entidades for

males que suponemos reflejan las categorías o entidades existentes en la realidad;

b) el conjunto de relaciones entre dichas categorías o entidades formales mediante el cual intentamos explicar el comportamiento de la realidad.

con la salvedad de aquellos aspectos que, aún - perteneciendo a cualquiera de los conjuntos mencionados, hacen referencia a la dimensión temporal del modelo. La consideración independiente de esta última se justifica por el hecho de que determinados sistemas - uno de ellos es indudable el sistema financiero de la empresa, - sólo pueden ser plasmados adecuadamente si reflejamos el comportamiento en el tiempo de los mismos, lo cual puede dar lugar a perspectivas y problemas de dis

tinta naturaleza a los que se deriven de la -
mera representación estática de la realidad en
estudio (18).

En cualquier caso, ambas dimensiones necesitan,
en principio inspirarse en la propia teoría fi-
nanciera. En este sentido, al menos dentro de un
enfoque de la búsqueda de un óptimo sujeto a -
restricciones, podemos tomar como base de partida
el esquema que con carácter general proponen
Carleton y Silberman, el cual consta de los siguien
tes elementos(19):

- Una función de oportunidades de inversión
- Una función de capacidad de endeudamiento
- Una función objetivo

Cada una de estas funciones depende, según los
citados autores, de un conjunto de variables como

sigue (20):

Función Variable	Oportunidades de Inversión	Capacidad de deuda	Función Objetivo
Tasa de rendimiento s/activos			
Varianza tasa rto. s/activos			
Tasa de interes deuda			
Ratio de deuda / activos			
Tasa crecimiento empresa			
Imperfecciones mercado productos			
Imperfecciones mercado financiero			

donde los recuadros en blanco indican la ausencia de relación funcional, y al contrario aquellos que contienen un aspa.

Sobre este pretendido esquema general hemos de realizar varias observaciones:

1. En primer lugar, la ausencia de toda consideración explícita de los fondos propios de la empresa, y en particular del capital social de la misma. En efecto, en el citado esquema sólo aparecen el valor total de la deuda y el valor total (contable) de los activos, por lo que la diferencia entre este último y el primero debe reflejar la cuantía total de los fondos propios, sin hacer mención alguna del origen de los mismos (21).

Ahora bien, según Bernhard, la presencia de la incertidumbre implica la posibilidad de un empleo simultáneo de deuda y de acciones como fuentes de nuevos recursos financieros, posibilidad que "no ha sido todavía manejada de forma operativa en un contexto de programación matemática"(22).

Precisamente, todos los modelos propuestos en la literatura que intentan determinar, además de las nuevas inversiones y de los incrementos de deuda, la cantidad de acciones que pueden ser emitidas, necesitan dar por resuelto un conjunto de cuestiones que será objeto de ulterior comentario en este apartado.

2. En segundo lugar, el hecho de postular la ausencia de una dependencia funcional direc-

ta entre las oportunidades de inversión y -
las oportunidades de financiación no puede
conceptuarse como una característica general
de la teoría financiera, entre otras cosas -
porque, como puede verse en algunos de los modelos
delos propuestos en la literatura, también -
puede tomarse como base de partida el supuesto
contrario (23). En definitiva, estamos contemplando
aquí meras hipótesis de formulación
de modelos, a los cuales no cabe atribuir un
mayor significado teórico.

3. Por último, independientemente de las consi-
deraciones anteriores, el esquema de -
Carleton y Silberman muestra la imposibili-
dad de manejar un modelo que recoja todos -
los aspectos relevantes a la función finan-
ciera de la empresa. Curiosamente, a pesar

de que se trata de un esquema orientado hacia el análisis econométrico, las hipótesis simplificadoras que señalan ambos autores suelen aparecer también en los modelos de optimización (24):

- Exclusión de variables no financieras (25)
- Predeterminación de la incertidumbre o del crecimiento que afectan a la empresa;
- Omisión de consideraciones relativas al mercado financiero;
- Relación de endeudamiento y coste de la financiación ajena dados;

En base a estas reflexiones puede vislumbrarse ya el hecho de que la inspiración que puede recibirse de la teoría financiera para la visión conceptual del modelo que nos ocupa puede estar mediatizada por

diversas circunstancias. No se trata sólo de la debilidad de la propia teoría, sino que, además, hay que tener en cuenta también el conjunto de teorías o hipótesis - auxiliares sin las cuales no puede llevarse a la práctica el modelo.

Es con esta perspectiva de pragmatismo - metodológico con la que formulamos esta - lista de hipótesis, a la que no pretendemos dar ningún carácter de completa o exhaustiva, que pueden considerarse a la hora de construir el marco conceptual en que va a desenvolverse nuestro modelo:

1. Delimitación del área financiera de la empresa.
2. Hipótesis de separación:

- 2.1. Hipotesis de reducción
- 2.2. Hipotesis de descomposición (26).
- 3. Nivel de agregación del área financiera de la empresa:
 - 3.1. Agregación funcional (27)
 - 3.2. Agregación en la organización (28)
- 4. Hipótesis del medio-ambiente económico-financiero (29)
 - 4.1. Inflación y situación económica general
 - 4.2. Instituciones y mercados financieros
 - 4.3. Marco legal y fiscal.
- 5. Objetivos de política empresarial(30)
 - 5.1. Restricciones de crecimiento
 - 5.2. Reparto de dividendos
 - 5.3. Relación de endeudamiento (31)
 - 5.4. Rentabilidad

- 5.5. Restricciones de diversificación(32)
- 5.6. Condiciones de riesgo (33)
- 5.7. Efectos informativos
- 5.8. Liquidez
- 5.9. Coordinación entre objetivos (34)
- 6. Marco contable
- 7. Hipótesis de valoración (35)
 - 7.1. Valoración de la empresa
 - 7.2. Precio de las acciones
 - 7.3. Valoración de activos (36)
- 8. Oportunidades de inversión
 - 8.1. Función global
 - 8.2. Proyectos de inversión
 - 8.3. Hipótesis de relación (37)
 - 8.4. Estrategias de desinversión
- 9. Fuentes de financiación
 - 9.1. Condiciones de emisión (38)

- 9.2. Hipótesis de coste
 - 9.3. Condiciones de devolución
 - 9.4. Relaciones de transformación (39)
 - 9.5. Hipótesis de afectación a inversiones (40)
10. Estrategias de adquisición
- 10.1. Condiciones de absorción
 - 10.2. Hipótesis informativas
11. Hipótesis de cálculo y resolución del modelo (41)

La utilidad de un marco de referencia como el propuesto se funda, desde un punto de vista operativo, en lo que podríamos denominar el "principio de sensibilidad potencial", esto es, los resultados que se obtendrían de los modelos podrían ser muy dife-

rentes según las decisiones que se tomen ante hipótesis alternativas de formulación (42). En todo caso, son estos mismos modelos los que pueden concebirse como instrumentos de investigación acerca del alcance, dirección y causas de la presencia - o de la ausencia - de esta sensibilidad. Desde un punto de vista de mayor alcance metodológico, la dimensión conceptual de un modelo no implica sólo la existencia de diferentes puntos de vista sobre el sistema que se intenta representar, sino, además, la validez de todos ellos, cuya integración sólo - puede conseguirse mediante un proceso dialéctico que tenga en cuenta los siguientes aspectos (43):

- la explicación de dichos puntos de vista;
- la introducción de términos que permitan designar estos puntos de vista;
- la elaboración de una taxonomía que permita conectar los diferentes puntos de vista a través de sus términos.

Por todas estas razones creemos que debe partirse siempre de un marco de hipótesis que formule explícitamente en términos de los componentes del propio modelo todas aquéllas que consciente o inconscientemente se tienen o se desean tener en cuenta en el mismo (44).

2.2.2. Elementos de dimensión vertical

Esta dimensión contempla los diferentes niveles de utilización de un modelo de cara a la planificación del sistema representado (45):

- normativo
- estratégico
- operativo

Por el primero de ellos se introduce la posibilidad de que a través del modelo, puedan llegarse a formular los principios reguladores del subsistema financiero de la empresa, en nuestro caso. Por el segundo, se traducen estos principios en resultados susceptibles de ser conseguidos en la práctica. Por último, el nivel operativo hace referencia a aquellos as

pectos concretos que, en todo caso, se desean ob
tener del modelo. La relación entre estos nive-
les ha sido analizada por diversos autores, por
lo que sólo vamos a referirnos en este apartado
a dos cuestiones de especial relevancia para -
los modelos financieros:

- a) La justificación de los objetivos
empleados;
- b) El empleo de la simulación versus
la optimación;

El primer punto puede referirse a algo más que
la explicación y significado de la función ob-
jetivo empleada - o, en su caso, de las varias
funciones utilizadas -, dado que la formulación
de otros objetivos como restricciones condicioo
na de entrada el conjunto de soluciones posi-

bles, implicando, entonces, una prioridad absoluta de estos últimos sobre cualquier otro objetivo.

Tanto desde el punto de vista de la empresa en su conjunto, como de los propietarios de la misma, se considera la existencia de una vertiente múltiple de los objetivos a tener en cuenta. Aún, abandonando todo supuesto relativo a la incertidumbre, puede mencionarse un doble conjunto de criterios:

- rentabilidad
- patrimonio

, que pueden tenerse en cuenta de forma independiente o conjunta (46).

Por otro lado, desde el punto de vista de los

propietarios de la empresa, los dos criterios anteriores pueden referirse tanto a la totalidad de los mismos como a cada uno de ellos en particular, o, en su caso, a un subconjunto - de tales propietarios (47).

Todos estos factores indican la necesidad de que un modelo financiero pueda recoger varios objetivos en su seno, con todas sus posibilidades de interdependencia y conflicto. Esta última posibilidad se intenta resolver tradicionalmente por algún esquema de ponderaciones, relaciones de cambio ("trade - offs"), o de ordenación lexicográfica. Sin embargo, la resolución de un conflicto debe plantearse más bien a nivel del "meta - modelo", utilizando alguna de estas posibilidades (48):

- a) Transformación de la estructura conceptual del modelo;
- b) Transformación de las relaciones de preferencia implicadas;
- c) Transformación de los propios procesos de decisión derivados del modelo.

Es bajo ésta última perspectiva como ha de entenderse la cuestión de la alternativa optimización versus simulación, y la polémica acerca de cualquiera de ambas posibilidades permite reflejar mejor la multiplicidad y jerarquía de los objetivos considerados. En definitiva no es posible calificar un determinado modelo según la dimensión vertical que contemplamos sin tener en cuenta el correspondiente "meta-modelo" y, dentro de éste, la estructura implícita asociada (49).

Dentro de esta estructura debe incluirse, como hemos visto, el análisis de sensibilidad de las soluciones obtenidas. En el caso de un modelo de optimización, tal análisis puede presentar dos grandes inconvenientes (50):

- 1 - Por un lado, en algunos modelos el carácter discreto (binario) de las variables representativas de la elección o rechazo de las distintas estrategias disponibles supone que tal análisis de sensibilidad tenga un alcance limitado (51).
- 2 - En segundo lugar, en muchos modelos buena parte de los coeficientes del correspondiente programa matemático no son propiamente datos primarios, sino que proceden de la combinación y cálculo de varios --

datos de entrada, por lo que no resulta -
fácil seguir la influencia de cada uno de
estos últimos en la solución del modelo -
(52).

2.2.3. Elementos de dimensión temporal

Esta tercera dimensión hace referencia, por un lado, a las diversas escalas de tiempo - utilizadas en el modelo - y a la coordinación entre ellas -, y, por otro, a la orientación normativa y/o descriptiva con que se formula y utiliza el modelo con respecto a la evolución dinámica del sistema representado. En definitiva, la dimensión temporal puede desglosarse en dos vertientes, cada una de las cuales se relaciona con sus correspondientes dimensiones ya comentadas (53):

- a) Una vertiente de carácter horizontal, mediante la cual se intenta reflejar y explicar la dinámica del sistema;

b) Otra de carácter vertical, a través de la cual se pone de manifiesto si la utilización del modelo con fines de previsión obedece a un afán explorador de posibles escenarios alternativos, o bien a un deseo de dirigir el sistema hacia estados previamente fijados en el futuro, ya sean estos alcanzables o no.

Nosotros sólo vamos a referirnos a la primera de las vertientes mencionadas, a través del siguiente esquema de hipótesis - marco que proponemos (54):

1. Hipótesis de delimitación del período de planificación utilizado.
2. Hipótesis de separación temporal.

2-1. Reflejo de la situación inicial.

2-2. Influencia del período post-horizonte.

3. Definición de los intervalos de tiempo.

3-1. Hipótesis de coordinación temporal.

4. Hipótesis de periodificación.

El primer conjunto de hipótesis persigue la definición de un determinado horizonte de planificación con significado tanto teórico como práctico. Es decir, que sea lo suficientemente dilatado para que el riesgo de suboptimización temporal se mantenga dentro de ciertos límites, a la vez que lo suficientemente corto para evitar el empleo de información sobre

la cual no se disponga de una aceptable fiabilidad o confianza.

Esta elección del horizonte de planificación se ha intentado relacionar con un subconjunto de las hipótesis de separación temporal; aquellas que se refieren a la influencia del período post - horizonte. Así, para algunas aplicaciones concretas en la literatura financiera, se ha definido el horizonte de planificación como aquel intervalo de tiempo cuya correspondiente solución óptima es por completo independiente de la información disponible más allá de un cierto horizonte de previsión (55).

Es evidente que, en teoría, la anterior definición nos resuelve el problema del horizonte

de planificación (56), sin embargo queda la enorme dificultad de descubrir cual es éste, supuesto que exista (57). Por esta razón, en la práctica, se utiliza la hipótesis de que - el horizonte de planificación elegido está - bien definido en el sentido de que tanto la información requerida por el modelo - y, por consiguiente también las exceptativas en que esta información pueda basarse - como los resultados del modelo tienen pleno significado con dicho horizonte (58).

Una vez que, de una u otra forma, hemos delimitado el período de tiempo a que va a referirse el modelo, se hace necesario reflejar - la situación inicial del subsistema financiero de la empresa tanto desde una perspectiva

estática (esto es, los valores iniciales de las variables de estado consideradas), como desde un punto de vista dinámico (referente a los condicionantes que dicha situación - plantea a las variables de decisión de cada período de tiempo) (59).

Además, y salvo el caso de que el horizonte de planificación elegido coincida con la terminación de la vida de la empresa, es necesario considerar la influencia del período - post - horizonte, entendida ésta en un doble sentido:

.

- a) Por un lado, la información que se disponga para dicho período puede influir en los resultados del modelo.

b) A su vez, estos resultados pueden condicionar las decisiones que, hayan de tomarse - después del horizonte de planificación.

Las alternativas de que se dispone para resolver este problema pueden clasificarse básicamente en dos grupos:

1. Aquéllas que ignoran toda consideración - post - horizonte.
2. Aquéllas que establecen para el período - posterior al horizonte hipótesis más o menos convencionales, basadas generalmente - en supuestos de estado continuo o de equilibrio permanente (60).

El período de planificación utilizado puede -

dividirse en varios subperiodos de igual o -
distinta duración temporal (16), que a su vez
pueden estar compuestos de intervalos de tiempo
más reducidos, al menos para determinados
tipos de decisiones financieras (62). Todas -
estas escalas temporales deben estar coordina
das de manera adecuada.

Por último, definidos todos los intervalos de
tiempo empleados, deben afectarse a los mismos
las distintas variables dinámicas del modelo,
según la diferente naturaleza de unos y otras,
de acuerdo con determinadas hipótesis de periodi
ficación (63).

2.3. Metodología de análisis

Una vez que hemos realizado en los dos apartados anteriores un intento de abarcar - con - mayor o menor profundidad según unos y otros aspectos - la compleja problemática subyacente en un modelo financiero de empresa, no queremos concluir este capítulo sin exponer al - amable lector los motivos que nos han llevado a la elección de la metodología que hemos empleado con personal preferencia a cualquier - otra, y, por tanto, de aquella que impregna - buena parte de las páginas que constituyen la inmediata porción de nuestro estudio. Esta - metodología se traduce en el empleo del análisis primal-dual en los modelos que estudiamos con mayor profundidad (64). Además, dicho - análisis tendrá un carácter dinámico cuando

el modelo que se formule presente tal naturaleza. De esta manera, intentaremos explicar la lógica subyacente en las decisiones de financiamiento y de inversión recogidas en el modelo, - lógica que requiere inevitablemente un buen reflejo de la trascendencia de tales decisiones - en el transcurso del tiempo. Claro está, no hemos renunciado, sin embargo, a seguir otras vías de análisis, complementarias más que sustitutivas de la senda elegida (65).

Entre los citados motivos debemos señalar, en primer lugar, el deseo de alcanzar en lo posible una mínima consistencia en nuestra tarea investigadora. En efecto, si justificamos el empleo de los modelos financieros de empresa por el hecho de que " a causa de la complejidad que se percibe en las decisiones financieras, existe -

a menudo una tendencia orientada a que las -
principales políticas financieras no sean cues-
tionadas y se defiendan en su mayoría mediante
la retórica del ejecutivo" (66), podemos decir
también que: "debido a las dificultades que -
presenta el análisis de un modelo financiero lo
suficientemente completo, existe a menudo una -
tendencia a explicar su comportamiento y sus -
resultados a través de la retórica de quien -
formula o propone un modelo".

Basta, entonces, realizar un somero y rápido -
examen de la literatura existente sobre la ma-
teria para darse cuenta de la validez de la -
anterior argumentación (67). La tendencia que
criticamos no puede conceptuarse, sin embargo,
como irrelevante, dado que existe - o puede
existir- un propósito de "vender" el modelo por

parte de quien lo formula o presenta, cuestión a la que ya nos hemos referido al principio de este capítulo. Nuestra intención no persigue - aquí ningún afán de "comercializar" modelos, - sino, por el contrario, de proveer una metodología para el análisis de los mismos. Por otro lado, si los experimentos realizados a partir de un modelo resultan, después de todo, más - baratos que sus equivalentes en el mundo real (68), puede suceder, que lo sean todavía más - si se diseñan en base a una metodología apropia da, capaz de reflejar por anticipado algunos de los resultados de los mismos.

En segundo lugar, si existe un desfase entre la teoría y el modelo financiero, y deseamos que - el mismo se vaya diluyendo, no sólo hay que intentar un acercamiento de la primera al segundo (69), sino que, además, puede - y, debe - empren

derse también el camino inverso. En este sentido, hay que tener en cuenta que si la teoría financiera parece dirigirse a un desarrollo unitario, éste se juzga orientado hacia "una teoría microeconómica financiera más completa" (70)

Por último, dentro de nuestra exposición de motivos, traemos a colación la siguiente cita, referida a una ya lejana polémica sobre la línea editorial del conocido "Journal of Finance" entre "institucionalistas" y "analistas matemáticos" de la teoría financiera, cita que creemos tiene perfecta aplicación al tema que nos ocupa (71):

" Ellos (los "analistas matemáticos") exigen - que seamos más cuidadosos en nuestras generalizaciones y más precisos en nuestras definiciones. Nos piden que describamos más claramente los -

elementos de un problema (en nuestro caso, de un modelo), que estimemos más exactamente cómo varias influencias operan para producir un resultado dado, y aún que pensemos sobre la relativa importancia de tales influencias bajo diferentes conjuntos de condiciones".

En cualquier caso, reconocemos que el modelo financiero necesita - o puede necesitar - tanto de un buen "analista matemático", como de un buen "vendedor" (esto es, de un buen "institucionalista"), además de un "vocabulario adecuado para que se comuniquen entre ellos" (72).

Nosotros, por personal vocación y sereno convencimiento, nos hemos propuesto intentar pertenecer, en lo posible, al grupo de los primeros, - sin renunciar en ningún momento a la necesaria

y fructifera comunicaci3n con los segundos,
todo ello por un mejor desarrollo de la Ciencia
Empresarial, en su vertiente financiera.

NOTAS

(1) Aunque esta hipótesis pueda parecer superflua, nosotros creemos que es imprescindible, aunque sólo sea para evitar una insalvable circularidad en las definiciones utilizadas. Por ejemplo, si conceptuamos la función financiera como "Planificar el metasistema y controlar el sistema - base en función de los objetivos (financieros) de la empresa", observamos que se plantean dos importantes cuestiones:

a) ¿De dónde procede el calificativo de financieros supuestamente atribuido a los objetivos que deben presidir la función financiera de la empresa?

b) ¿Constituyen esos objetivos, parte de la propia función financiera de la empresa?.

Y si no es así ¿Cómo podríamos definir la

"metafunción" financiera de la empresa, -
capaz de proporcionar los objetivos de la
primera?

La cuestión sería meramente trivial, si no fuera
porque la distinción entre función y "meta-
función", o entre modelo y "metamodelo", es -
completamente relativa, ya que depende en grado
sumo del contexto al que nos estamos refiriendo.
Precisamente la hipótesis que enunciamos no tiene
otra finalidad que fijar, aunque sólo sea -
para permitir nuestra tarea de análisis, cuál
es el contenido de dicho contexto.

Vid:

Moag, J.S.; Carleton, W.T.; Lerner, E.M.: "De-
fining the Finance Function: a Model-Systems -
Approach". Journal of Finance, Vol. XXII, n°4,

diciembre, 1967, pág.549.

Ribas Mirangels, E.: "La Función Financiera en la Empresa: El modelo FINPLAN". Revista Económica de Cataluña, Vol, 1 n°2, 1976, pág.28.

Si, por otra parte, deseamos precisar con más detalle el contenido de la función financiera de la empresa, podemos adoptar la tradicional trinidad de materias:

- mercados de capitales y de dinero,
- inversiones,
- fuentes de financiación.

Vid.: Weston, Fred J. "New Themes in Finance".

Journal of Finance, Vol. XXIX, n°1, marzo, 1974, pág. 239.

Por contraste, veamos cuál es la principal función que se le asigna al módulo financiero de un modelo de una empresa real (diferenciado, -

además, de un módulo referente al mercado de capitales): "determinar los gastos totales de operación bajo un conjunto de condiciones macroeconómicas, utilizando una estrategia de inversión dada". Vid.:

Davis, B.E.; Caccapolo, G.J.; Chaudry, M.A.;

"An Econometric Planning Model for American Telephone and Telegraph Company". The Bell Journal of Economics and Management Science, Vol. 4, n°1, 1973, pág. 42.

(2) La separación a que hacemos referencia puede seguir dos caminos diferentes:

- 1) Reducción, mediante el cual todos los aspectos no financieros de la empresa se traducen en términos de las características financieras consideradas en el modelo.

2) Descomposición, a través del cual se separa el área financiera del resto de las actividades de la empresa, sin traducir éstas en términos de la primera, pudiendo estar una y otras coordinadas mediante las adecuadas hipótesis de relación.

Vid.: Burns, T.R.: Meeker, L.D.: "A Systems - Theory of Multi-level, Multiple Objective Evaluation and Decisión Making", International Journal of General Systems, Vol. 3, nº2, 1976, págs. 112-113.

(3) Vid.: Moag, J.S. et al. Op. cit., pág. 547.

(4) Ibid., pág. 544.

(5) Vid.: Weston, F.J. Op. cit., págs. 238-239.

(6) Vid.: Carleton, W.T.; Dick, Ch.L.; Doves, D.H.:

"Financial Policy Models: Theory and Practice"

Journal of Financial and Quantitative Analysis,

Vol. 8, n°5, diciembre, 1973, págs. 691-709.

(7) Vid.: Halmiton, W.F. Moses, M.A.: "An Optimiza-

tion Model for Corporate Financial Planning",

Operations Research, Vol. 21, n°3, mayo-junio,

1973, pág. 677.

(8) Vid. Carleton, W.T. et. al. Op. cit., pág. 695.

(9) Vid.:

Jantsch, Erich: "Forecasting and Systems Appro-

ach: A Frame of Reference" Management Science,

Vol. 19, n°12, agosto, 1973, págs. 1356-1358.

Nuestra opinión respecto a la coordenada tempo-
ral es que puede concebirse también en términos
de las tres restantes, por lo que su existencia

independiente no parece muy justificada, sino es por motivos de conveniencia en el análisis.

(10) Burns, T.R.; Meeker, L.D. Op. cit., pág. 111.

(11) Ribas Mirangels, E. Op. cit., pág. 28.

(12) La distinción entre estructura explícita y - estructura implícita la hemos tomado del siguiente trabajo:

Ko mar, R.I.: "Developing a Liquidity Management Model" Journal of Bank Research, spring, 1971, págs 42-49.

Hay que hacer notar, sin embargo, que para el - autor de dicho trabajo el concepto de estructura implícita va dirigido exclusivamente a la - segunda de las facetas citadas: el análisis de sensibilidad.

(13) Vid. Burns, T.R.; Meeker, L.D. Op. cit., pág. 111.

(14) Moag, J.S. et al. Op. cit., pág.554.

(15) Estepunto se encuentra desarrollado en:

Jantsch, Erich. Op. cit., págs. 1362-1363.

(16) Mientras que el enfoque de sistemas parece -

apropiado para aquellos sistemas que presentan

una motivación puramente externa (sistemas téc

nicos), resulta insuficiente si lo que se pre-

tende es intentar captar el componente humano

de todo sistema social (o socio-técnico). Vid.:

Ulrich, Werner.: " The Design of Problem-Solving

Systems" Management Science, Vol. 23, n°10, -

junio, 1977, págs. 1099-1108.

(17) Vid.:

Valero López, F.J.: "Contabilidad y Teoría de

la Medida", Revista Española de Financiación y

Contabilidad, Vol. V, n°18, octubre-diciembre, 1976, pág. 58.

- (18) Como ya hemos dicho, la existencia independiente de una dimensión temporal es una cuestión - que puede debatirse, dado que esta dimensión, tal y como es definida, incorpora facetas pertenecientes a las tres restantes. Sin embargo, la mantenemos en nuestro estudio por la especial trascendencia que la misma tiene para la función financiera de la empresa.

Vid. Jantsch, E. Op. cit., págs. 1356-1358.

- (19) Carleton, W.T.; Silberman, I.H.: "Joint Determination of Rate of Return and Capital Structure: An Econometric Analysis" Journal of Finance, Vol. XXXII, n°3, 1977, págs. 811-821.

Este trabajo muestra, a nuestro juicio, dos - claras enseñanzas:

- a) Por un lado, las aplicaciones prácticas que se derivan de una determinada teoría pueden producir conclusiones contrarias a ésta, si no se ha tenido en cuenta el doble contexto - teórico y de observación- en que tales derivaciones se asientan.
- b) En segundo lugar, no puede atribuirse un carácter general a un esquema teórico que no recoge muchas de las cuestiones prácticas a las que se espera de respuesta la teoría considerada.

(20) Ibid., págs. 812-813.

(21) Este enfoque contrasta con el seguido por Carleton en uno de los modelos objeto de nuestra posterior investigación. Vid.:

Carleton, W.T.: "An Analytical Model for Long-Range Financial Planning" Journal of Finance,

Vol. 25, n°2, mayo, 1970, págs. 291-315.

(22) Vid.:

Bernhard, R.H.: "Mathematical Programming Models for Capital Budgeting - A Survey, Generalization and Critique" Journal of Financial and Quantitative Analysis, Vol. n°4, n°2, junio, 1969, -
pág. 155.

(23) Precisamente una de las vías seguidas para ampliar los diversos modelos propuestos en la literatura financiera para la selección de proyectos de inversión consiste en asociar a cada una de las alternativas posibles una estimación financiera, la cual, por otro lado, estaría sujeta - junto con las asociadas al resto de los proyectos - a un conjunto de restricciones de política. Se evita así que la elección de determinadas -

alternativas de inversión pueda perjudicar -
alguno de los aspectos de la financiación de
la empresa.

Vid.: Chambers, David.: "Programming the Allo-
cation of Funds Subject to Restriccions on Re-
ported Results." Operational Research Quarterly,
Vol. 18, n°4, 1967, págs. 407-432.

El verdadero carácter de esta vía que comenta-
mos se pone de manifiesto al considerar sus re-
querimientos informativos, que se fundan en -
una hipotética estimación, proyecto a proyecto,
de la influencia de cada uno de ellos en diver-
sos aspectos de la política financiera. Se tra-
ta de un enfoque que no formula explícitamente
variables financieras, lo cual no quiere decir
que éstas no se encuentren subyacentes en el -
modelo, y, por lo tanto, que no condicionen la

selección de las alternativas disponibles.

(24) Carleton, W.T.; Silberman, I.H. Op. cit., págs. 816-817.

(25) Esta exclusión de variables financieras se deriva de determinadas hipótesis de separación, entre las cuales debe incluirse el siguiente supuesto: los datos empleados en el modelo deben ser consistentes en su conjunto y reproducibles. De no ser así, la solución obtenida sin considerar los aspectos no financieros de la empresa puede ser inalcanzable a la luz de estos últimos.

Ibid., pág. 816.

(26) Un modelo financiero basado en la descomposición propuesta por Dantzig y Wolfe puede verse en:

Morris, James R.: "An Application of the Decomposition Principle to Financial Decision Models"

Journal of Financial and Quantitative Analysis,

Vol. 10, n°1, marzo, 1975, págs. 37-65.

- (27) Nos referimos aquí a la doble perspectiva temporal: corto y largo plazo, tradicionalmente atribuida a la función financiera. Un intento de integrar ambos aspectos puede verse en el siguiente trabajo:

Merville, L.J.. Travis, L.A.: "A Total Real - Asset Planning System" Journal of Financial and Quantitative Analysis, Vol. 9, n°1, enero, 1974, págs. 107-115.

- (28) Diversos modelos financieros intentan contemplar el carácter divisionalizado de la empresa que intentan representar. Vid.:

Carleton, W.T.; Kendall, G.; Tandon, S.:

"Application of the Decomposition Principle to the Capital Budgeting Problem in a Decentralized Firm" Journal of Finance, Vol. XXIX, n°3, junio, 1974, págs. 815-827.

Maier, S.F.; Vander Weide, J.H.: "Capital Budgeting in the Decentralized Firm" Management Science, Vol. 23, n°4, diciembre, 1976, págs. 433-443.

- (29) Para Weston el estudio de la influencia de este medio ambiente es una de las importantes áreas en que debe desarrollarse la teoría financiera. Vid. Weston, Fred J. Op. cit., págs. 240-241.

Sobre la influencia de la inflación en las decisiones de inversión puede verse:

Nelson, Charles R.: "Inflation and Capital Budgeting" Journal of Finance, Vol. XXXI, n°3, junio, 1976, págs. 923-931.

- (30) Alguno de estos objetivos se plasmará en un conjunto de condiciones mínimas que aseguren la supervivencia o la capacidad de crecimiento de la empresa, dando lugar a las denominadas "restricciones de posición". Vid. el comentario de Weingartner que acompaña a este trabajo:

Cohen, K.L.; Hammer, F.S.: "Linear Programming and Optimal Bank Asset Management Decision" Journal of Finance, Vol. 21, n°2, mayo, 1967, págs. 147-168.

- (31) Esta relación de endeudamiento puede referirse tanto a éste en sí, como a las cargas financieu

ras derivadas del mismo, o a ambas a la vez. So
bre el riesgo derivado del apalancamiento o -
"leverage" financiero puede consultarse:

Bueno Campos, E. "Puntualizaciones sobre el Con-
cepto de "Leverage": Clases y Aplicaciones" Re-
vista Española de Financiación y Contabilidad,
Vol. V, nº17, julio-septiembre, 1976, págs.
55-74.

(32) Vid.: Halmiton, W.F.; Moses, M.A. Op. cit., -
pág. 685.

(33) Aunque los modelos en sí mismos pueden estar -
motivados por la propia incertidumbre, pocos de
ellos contienen un tratamiento formal de la mis_
ma, introduciendo en su lugar determinadas res-
tricciones que limiten la exposición al riesgo

de la empresa.

Entre los problemas que plantea la incertidumbre, podemos señalar, por un lado, la ausencia de un marco teórico adecuado que pueda girar - su tratamiento formal, y, por otro, factores - tales como:

- a) la distinción entre probabilidades objetivas y subjetivas;
- b) la complejidad de un modelo de incertidumbre;
- c) la cuestión de cómo la propia estructura del modelo y sus reglas de decisión deben adaptarse a la incertidumbre.

Vid.: Carleton, W.T. Dick, Ch.L.; Doves, D.H.:

Op. cit., págs. 695-696.

(34) Ibid., págs. 700-701.

Esta coordinación no consiste sólo en el empleo de la programación por objetivos, o en la consideración de casi todos éstos como restricciones, condicionando así la región de soluciones posibles, únicas vías que comentan los citados autores. El problema se plantea también si intentamos movernos dentro de un contexto de programación multicriterio.

Vid.:

Roy, B.: "Problems and Methods with Multiple Objective Functions" Mathematical Programming, 1, 1971, págs. 239-266.

- (35) Además de las hipótesis de valoración propiamente dichas, debe acompañarse en algunos casos el supuesto de correspondencia con la valoración real de mercado, cuando ésta exista. Así:

- a) O bien se supone que la valoración intrínseca se corresponde adecuadamente con la real, tal vez con la ayuda de determinadas restricciones del modelo.
- b) O bien, se quita relevancia a la valoración del mercado, debido a las imperfecciones de este último, en favor de la valoración realizada internamente.

Para lo primero puede consultarse:

Myers, S.C.; Pogue, G.A.: "A Programming Approach to Corporate Financial Management" Journal of Finance, Vol. XXIX, n°2, mayo, 1974, pág. 590.

Para lo segundo:

Chambers, David.: "The Joint Problem of Investment and Financing" Operational Research Quarterly, Vol. 22, n°3, septiembre, 1971, págs. 268-269.

- (36) Paralelamente a esta valoración se encuentra toda la problemática de la amortización de dichos activos en su triple faceta contable, fiscal o económica.
- (37) Estas hipótesis de relación no necesitan expresarse siempre como restricciones, también puede utilizarse la propia formulación de las variables, como sucede en el análisis de actividades. Vid.:
- Goldwerger, J.; Paroush, J.: "Capital Budgeting of Interdependent Projects: Activity Analysis - Approach" Management Science, Vol. 23, nº11, - julio, 1977, págs. 1242-1246.
- (38) Entre estas condiciones de emisión debe incluirse el racionamiento de capital, si procede, es decir, la disponibilidad limitada de todos o de

algunos de los fondos financieros externos.

Hay que tener en cuenta que, junto a la restricción que con esa finalidad se formulen de una manera explícita, aparecerán en ocasiones limitaciones inducidas por la mecánica del conjunto de restricciones del modelo, o, incluso, mediante la formulación de la función objetivo del mismo.

Desde el punto de vista teórico, el racionamiento del capital puede deberse a dos tipos de causas: unas de orden interno, derivadas, por ejemplo, del deseo de mantener el control sobre la empresa por parte de algunos de sus propietarios; otras de orden externo, impuestas por el mercado de capitales. Vid.:

Weingartner, H.M.: "Capital Rationing: n Authors in Search of a plot", Journal of Finance, Vol. XXXII, n°5, diciembre, 1977, págs. 1403-1431.

(39) Estas relaciones de transformación se refieren a aspectos tales como:

a) Incorporación de reservas al capital social de la empresa. Vid.:

Albouy, Marc. "Theórie Financiere de la Firme.

Separation de L'activité Financiere et de -

L'activité Technique. Incidence de la Fisca-

lité. Stratégie Financiere." R.F.R.A.I.R.O.,

Recherche Opérationnelle, Vol. 10, nº2, febre

ro, 1976, págs. 5-36.

Como quiera que tal incorporación añada, en principio, todos los efectos negativos que se pueden atribuir a toda emisión de acciones, sin añadir ninguna entrada de nuevos recursos financieros, una posibilidad como la citada sólo tiene sentido si con ella se mejoran las

condiciones de mercado de las acciones de la empresa.

- b) Conversión en acciones de las obligaciones o bonos convertibles.

Vid.: Carleton, W.T. Op. cit., págs. 296-298, donde se utiliza esta posibilidad con supuestos muy simplificadores.

Los problemas que plantea la representación de las obligaciones convertibles pueden verse en el siguiente trabajo:

Mehta, Dileep, R.: "The Impact of Outstanding Convertible Bonds On Corporate Dividend Policy" Journal of Finance, Vol. XXXI, n°2, mayo, 1976, págs. 489-507.

Entre ellos destacamos:

1. La valoración de los bonos convertibles no

puede realizarse con independencia de la -
valoración de acciones, y se encuentra in-
fluida por todos los factores que afectan
a esta última.

2. La influencia de las nuevas emisiones de
acciones sobre los bonos convertibles a traves
de las cláusulas anti-dilución.

3. El fenómeno de la conversión voluntaria -
que, a su vez, depende estrechamente de la -
valoración de las acciones.

(40). Vid. la nota 23 de este capítulo. Independiente
mente de que se siga o no el enfoque en ella
mencionado, siempre es posible que, por una u -
otra causa, haya determinadas fuentes de finan-
ciación que se encuentren condicionadas a la -
realización efectiva de determinadas inversiones
Vid.: Halmiton, W.F.; Moses, M.A. Op.cit., pág 685.

(41) Bajo este título recogemos aquellas hipótesis que tienden a facilitar la resolución operativa del modelo, y, en particular, la transformación en lineales de la función objetivo o de determinadas restricciones que no se fórmulan originariamente como tales.

(42) Vid. Chambers, D.: "Programming..." Op. cit., pág. 411, donde puede encontrarse subyacente este principio.

(43) Vid.:

Jantsch. E. Op. Cit., pág. 1356. Ulrich, W., Op. cit., pág.1100.

(44) Para determinados autores no existe un criterio generalmente válido de objetividad en la representación de un sistema, todo lo más que

puede conseguirse es intentar hacer explícitos todos los ideales normativos que se encuentran subyacentes en el modelo.

Vid. Ulrich, W. Op. cit., págs. 1099-1102.

(45) Jantsch, E. Op. cit., págs. 1356-1357.

(46) Cada uno de los autores de los distintos modelos existentes intenta justificar el empleo de la función objetivo elegida en base a criterios más o menos particulares, teniendo en cuenta la visión conceptual que preside el modelo. Otros autores, sin embargo, analizan el empleo de distintas funciones objetivo alternativas.

Entre éstas destacamos:

a) Baker, H.K.; Haslem, J.A.: "Toward the Development of Client-Specified Valuation Models"

Journal of Finance, Vol. XXIX, n°4, septiem-

bre, 1974, págs. 1255-1263.

Estos autores justifican empíricamente el carácter multidimensional del proceso de valoración de las acciones por los inversores, los cuales no forman una clase homogénea, sino que pueden dividirse en dos grandes grupos: aquéllos que persiguen dividendos y aquéllos que buscan la apreciación del capital. Se reconoce así la necesidad de tener en cuenta un "efecto clientela" en el citado proceso de valoración.

b) Cohen, K.J.; Hammer, F.S. Op. cit., págs. 159-162.

Trabajo en el que se analiza la posible elección entre tres tipos de criterios:

1. valoración final en la fecha del horizonte de planificación,
2. Valor actual neto descontado,

3. valor actual neto descontado más valoración final en la fecha del horizonte.

- (47) Este hecho plantea la cuestión de tener en cuenta, en determinados casos, los posibles efectos de dilución de las nuevas emisiones de acciones, o la consideración o no de los propietarios de las empresas susceptibles de adquisición en la correspondiente función objetivo.
- (48) Burns, T.R.; Meeker, L.D. Op. cit., págs.117-118.
- (49) Así, no es posible afirmar que el enfoque de simulación, " al contrario que la programación lineal, permite desarrollar una jerarquía de objetivos, dejando a la dirección la ponderación de los mismos. El modelo provee la información que ayuda a decidir qué "trade-offs" deben te-

nerse en cuenta al determinar dicha ponderación".

Vid:

Gershefski, George W.: "Building a Corporate -
Financial Model" Harvard Business Review, julio-
agosto, 1969, pág. 64.

Dicha cita puede aplicarse sin variación alguna
a un enfoque de programación lineal multicrite-
rio. Este último punto puede comprobarse en nues-
tro trabajo:

Valero López, F.J.: "La Programación Lineal Mul-
ticriterio. Panorámica General frente a las De-
cisiones Empresariales". De inmediata publica-
ción en la Revista Española de Financiación y
Contabilidad.

Una crítica del enfoque de simulación, tal y -
como se entiende usualmente en los modelos finan-
cieros, puede verse en:

Carleton, W.T.; Dick, Ch.L.; Doves, D.H., Op. cit.
págs. 691-699.

Por contraste, una crítica - esta vez general -
el enfoque de optimización puede encontrarse -
en este ensayo:

Ackoff, R.L.: "Optimization + Objectivity = Opt
out" European Journal of Operational Research
Vol. 1 n°1, enero, 1977, págs. 1-7.

(50) Vid.: Halmiton, W.F.; Moses, M.A. Op. cit., págs.
687-689.

(51) Para Jensen un problema básico del análisis de
sensibilidad mencionado es que a menudo no se -
resuelve el modelo original, sino otro aumenta-
do, con nuevas variables y restricciones.

Vid.: Jensen, R.E. "Sensitivity Analysis and -
Integer Linear Programming" The Accounting Review

43, 1968, pág.441.

Sin embargo, existe ya una incipiente pero -
interesante literatura que intenta abordar -
con profundidad este tema. Nosotros recomen-
damos la lectura de los siguientes trabajos:

- a) Roodman, G.N.: "Postoptimality Analysis in
0-1 Programming by Implicit Enumeration"
Naval Research Logistic Quarterly, Vol, 19,
n°3, págs, 435-447, 1972.
- b) Roodman, G.N.: "Postoptimality in Integer -
Programming by Implicit Ennumeration: the
Mixed Integer Case" Naval Research Logistic
Quartely, Vol. 21, 1974, págs. 595-607.
- c) Geoffrion, A.N.; Nauss, R.: "Parametric and -
Postoptimality Analysis in Integer Linear
Programming" Management Science Vol. 23, -
n°5, enero, 1977, págs. 453-466.

(52) Acerca de este problema, debe tenerse en cuenta que no puede reputarse como cierta la afirmación de que, en general, se incrementa la probabilidad de obtener una solución entera - y con mayor eficiencia de cálculo - cuando " el número de variables y restricciones explícitas puede ser reducido a un mínimo".

Vid.: Broyles, J.E. "Compact Formulations of - Mathematical Programmes for Financial Planning Problems" Operational Research Quarterly, Vol. 27,4,i, 1976, pág. 885.

Veanse - para una prueba en contrario - las conclusiones de este ensayo:

Williams, H.P.: "Experiments in the Formulation of Integer Programming Problems" Mathematical Programming Study, 2, 1974, págs. 180-197.

O, también, la siguiente panorámica sobre la programación entera - que se extiende además, al análisis de sensibilidad de la misma-:

Geoffrion, A.M.: "A Guided Tour of Recent Practical Advances in Integer Linear Programming"

OMEGA, Vol. 4, n°1, 1976, págs. 49-57.

En esta última referencia se afirma que "la economía en el número de restricciones en la representación del modelo puede ser un pecado más que una virtud, aunque el ahorro en el número de variables enteras sí que suele ser muy deseable".

Todo esto, sin considerar que la extensión de la formulación del modelo no siempre elimina la complejidad de los datos derivados, aunque pueda reducirla en gran medida. Por otro lado, estos mismos datos derivados pueden carecer, en

algunos casos, de una interpretación económica o financiera clara.

- (53) Erich Jantsch no identifica explícitamente -
ambas vertientes, pero podemos deducirlas del
contexto de su exposición. En efecto, no es lo
mismo hablar de la dimensión temporal en tér-
minos de los rangos de tiempo, que en función
de la dirección de previsión que presenta el
modelo.

Vid. Jantsch, E. Op. Cit., págs. 1356-1358.

Además, puede incluirse una tercera vertiente,
referida a la dimensión de acción, en cuanto
interese analizar el desarrollo temporal de la
misma, p.e.: a través de los procesos de apren-
dizaje.

- (54) Obsérvese que los dos primeros conjuntos de -

hipótesis responden a los mismos principios - que en el caso de la dimensión horizontal del modelo, si bien ahora se refieren a la parte - del contenido conceptual que se corresponde - con la dinámica del mismo. Desde luego, la división de este contenido es, en sí misma, arbitraria, aunque pueda estar justificada en razón de una diferente problemática entre unos y otros aspectos. Las cuestiones básicas en que puede fundarse la representación de una realidad son, sin embargo, las mismas.

(55) Vid. Cohen, K.J.; Hammer, F.S. Op. cit., págs. - 161-162.

Estos autores afirman que el horizonte de planificación debería elegirse donde el conjunto de decisiones correspondientes al primer período

se hiciera insensible al hecho de considerar un horizonte más lejano ". Es en base a este principio cómo los mismos autores justifican el tercer tipo de función objetivo de los - señalados en la nota 46 anterior.

Puede verse también:

Friedman, Y.; Lieber, Z.: "Planning and Forecast Horizons for the Bond Refunding Problem" Management Science, Vol. 21, n°11, julio, 1975, - págs. 1332-1337.

- (56) En efecto, bastaría elegir como horizonte de - planificación del modelo el horizonte de previsión señalado en el texto y tomar como solución válida en el tiempo la correspondiente a los - períodos que forman el horizonte de planificación real, es decir, aquél que verifique la -

propiedad reseñada.

- (57) Hay que tener en cuenta que para encontrar un horizonte de planificación, tal y como se ha de finido, es necesario descubrir dos períodos t_1 y t_2 tales que toda decisión correspondiente a algún $t < t_2$ forma parte de la solución óptima - de todo problema con horizonte superior o igual a t_1 . Entonces, t_2-1 es un horizonte de planificación, mientras que t_1 lo es de previsión.

Ibid., pág. 1334.

- (58) Vid.: Carleton, W.T. Op. cit., pág. 292.

Chambers, D.: "Programming..." Op. cit., pág. 415.

- (59) Esta situación inicial no debe entenderse de un modo restringido, es decir, como reflejo - está tico o dinámico - de las condiciones iniciales,

sino que puede incluir, además, toda la información complementaria destinada a suplir las insuficiencias del modelo; información hipotética, pero que también se provee inicialmente, sin perjuicio de que pueda estar sujeta a revisión o sometida a diversos análisis de sensibilidad.

- (60) Los modelos de Carleton y Chambers son dos claros ejemplos de utilización de esta segunda alternativa. El segundo de estos autores analiza, además, los efectos derivados del incumplimiento de la hipótesis post - horizonte que plantea. Vid.: Carleton, W.T. Op. cit., pág. 292.
- Chambers, D.: "The Joint...". Op. cit., págs. 286-290.

- (61) Así, se recomienda "utilizar períodos relativamente cortos en las primeras etapas del horizon

te de planificación, e intervalos mayores en los últimos periodos".

Vid.: Cohen, K.J.; Hammer, F.S. Op. cit., pág. 156.

(62) Esto es lo que ocurre en el trabajo citado en la nota 27 de este mismo capítulo.

(63) Por ejemplo, las variables de decisión correspondientes a un determinado período de tiempo pueden referirse a éste en su conjunto, o bien a un instante dado el mismo. Las variables de estado pueden estar fechadas, por otro lado, en el instante final del correspondiente período de tiempo, pero también pueden referirse al contenido medio del nivel que representan, variando dicho contenido con el transcurso del período. Esto último puede verse en:

Cohen, K.J.; Hammer, F.S. Op. cit., págs. 152-153.

- (64) La aplicación del análisis primal-dual presupone, en primer lugar, que se verifican todas las condiciones necesarias para la validez de dicho análisis. En segundo lugar, debemos suponer también que estamos aplicando el análisis a una de las soluciones óptimas de interés para el modelo considerado, es decir, o bien estaremos situados en alguno de los óptimos globales del problema, o bien, en todo caso, lo estaremos en un óptimo local que pueda juzgarse como válido a los efectos de proporcionar una solución práctica al modelo. Todo ello, previa exclusión de aquellos casos en que éste carece de solución.
- Los fundamentos del análisis primal-dual pueden

encontrarse en varios textos. Nosotros, a título de ejemplo, recomendamos:

Vegara, Josep M^a.: "Programación Matemática y Cálculo Económico Teoría y Aplicaciones".

Vicens - Vives, Barcelona, 1975.

(65) Vid. el capítulo 5 de este trabajo.

(66) Carleton, W.T.; Dick, Ch. L.; Dowes, D.H. Op. cit., pág. 708.

(67) La única excepción que hemos encontrado es la de Marc Albouy. Op. cit.

(68) Carleton, W.T.; Dick, Ch. L.; Dowes, D.H. Op. cit., pág. 708.

(69) Ibid.

(70) Vid.: Weston. J.F. Op. cit. págs. 239-240.

Dicha teoría debe reconocer, sin embargo, la importancia de los elementos descriptivos e institucionales, aunque sólo sea para lograr una - mejor utilización de los mismos.

(71) Vid.: Weston, J. Fred.: "The State of the Finance Field" Journal of Finance, Vol. XXII, n°4, diciembre, 1967, págs. 539-540, junto con el inmediato comentario del "tradicionalista" Harry Sauvain (págs. 541 y 542 del mismo número), de quien hemos tomado la cita. (Las adiciones entre paréntesis son nuestras).

(72) Ibid.

Por otro lado, puede afirmarse con Weingartner - que "quizás, sea la concentración en las matemá - ticas la responsable de oscurecer las cuestiones

subyacentes que están siendo tratados". Sin em
bargo, parece más realista echar la culpa no a
las matemáticas, sino a los "cambios en las hi
pótesis o la introducción de hipótesis de conve
niencia", fenómenos ambos que pueden invalidar
las conclusiones deducidas.

Por ejemplo, siguiendo en Weingartner, sin un -
"Teorema de Separación" - esta vez con respecto
al tiempo - que permita deducir toda la dinámica
financiera - que, en general, se extiende más -
allá de dos únicos períodos - de un gráfico de
Fisher, puede resultar que buena parte de sus -
enseñanzas tengan, a pesar de todo, que "salir -
por la ventana".

Vid.: Weingartner, H.M.Op. cit., y en especial
las páginas 1405 y 1416, de donde están tomadas

las anteriores citas.

Precisamente, es la necesidad de tener en cuenta la influencia multiperiódica de las decisiones financieras lo que nos ha llevado a emplear uno de los instrumentos matemáticos de separación temporal: la Teoría del Control Óptimo.

P A R T E I I

" MODELOS DE EMPRESA PARA EL SISTEMA

DE FINANCIACION-INVERSION "

Capítulo 3.

"MODELO DE CARLETON"

3.1.- Introducción.

3.2.- Formulación.

3.3.- Análisis e Interpretación Económica.

3.4.- Estudio particular de las propuestas de Carleton.

3.1. INTRODUCCION

El modelo propuesto por W.T. Carleton (1), puede considerarse como el primero de los modelos de planificación global del sistema de financiación e inversión de la empresa que ponen su énfasis en la interdependencia de ambos tipos de decisiones dentro de un contexto de optimización conjunta de dicho sistema.

En este sentido, el modelo de Carleton se traduce en un programa matemático, que se formula en el caso más general como no lineal, cuya función objetivo persigue la maximización del valor actual de una acción de la empresa (2).

El hecho de que el modelo se formule con un ámbito multiperiódico nos permite aplicar la metodología de la Teoría del Control Optimo, con la cual

intentaremos analizar la naturaleza formal y económica de las soluciones del modelo (3).

Es el destacar el hecho de que la propuesta de Carleton tiene como rasgo más peculiar la no consideración de un conjunto de posibles proyectos de inversión a cada uno de los cuales pueda asociarse una - evolución en el tiempo de sus flujos de caja y beneficios (4). En su lugar, se postula una función de inversión en la que se supone recogida la información adecuada acerca de las oportunidades de invertir de manera que pueda establecerse el balance de orígenes y destinos de fondos (5).

Esta circunstancia hace que el modelo de Carleton se oriente más hacia las decisiones financieras, dejando la selección de los proyectos de inversión a un segundo estadio, campo de dominio de otro -

tipo de modelos (P.e., el de Weingartner, o la re formulación de éste que realizó el propio Carleton (6), a los cuales provee de marco de referencia - y, también información - el primero (7).

En nuestra interpretación de la propuesta de - Carleton, no vamos a limitarnos a seguir la exposición que realiza dicho autor en el artículo original. En primer lugar, por una obvia necesidad de emplear tanto una metodología como una nomenclatura lo más unificadas posibles para todos los modelos objeto de nuestro estudio (8).

Además, y como muestra del carácter operativo con que suelen presentarse las propuestas que comentamos, dichos modelos van acompañados de un conjunto de connotaciones de naturaleza secundaria, que, o bien reflejan el marco económico-institucional

en el que se desenvuelve el autor de cada una de ellas, o bien van dirigidas a potenciar la aplicabilidad práctica del respectivo modelo (9).

Nuestra intención respecto a ambos tipos de aspectos secundarios es doble. En primer lugar, pasar por alto aquellos que, perteneciendo a la primera categoría citada, son difícilmente traspasables - de un país a otro. Más aún, si contribuyen a oscurecer los aspectos teóricos que verdaderamente nos interesan. Respecto a los segundos, creemos - preferible exponer el modelo dentro de una estructura lo más amplia posible, que potencie dichos aspectos teóricos, y de la cual puedan deducirse, como casos particulares, ciertas propuestas concretas que faciliten el acercamiento del modelo a la realidad de las empresas.

En el modelo que ahora comentamos procedemos a -
realizar las siguientes modificaciones al artículo
original de Carleton, además de las obligadas
por una común terminología.

- a) Por cuanto intentamos aplicar la Teoría
del Control Optimo, adoptamos la terminolo
logía de los períodos, de las variables -
de estado y de las de decisión que es -
tradicional en la literatura correspon--
diente (10).
- b) A diferencia de Carleton, los balances de
cada período incorporarán los beneficios
no distribuidos del mismo (11).
- c) Las variables de deuda serán consideradas,
como hace Carleton, a través de sus cambios
netos, si bien supondremos la existencia -

de distintas fuentes de financiación ajena a las cuales puede, en principio, acudir la empresa (12).

d) Se ignora la existencia de las obligaciones o bonos convertibles, que aparecen bajo supuestos muy simplificadores dentro del modelo de Carleton. Los problemas derivados de dicha fuente financiera han sido objeto de comentario en el capítulo precedente (13).

e) Se omite toda consideración derivada del marco de referencia institucional norteamericano. En particular, las acciones preferentes, así como la distinción entre amortizaciones fiscales y amortizaciones efectivas (en el sentido de realmente con

tabilizadas), ya que a la misma no se le asigna otra trascendencia distinta de la meramente fiscal.

- f) Las funciones utilizadas por Carleton para definir el valor final de las acciones y las oportunidades de inversión, se exponen en forma general con las mismas variables empleadas en el artículo original.

Como ya dijimos, esto no es más que una elevación del plano teórico al que se mueve dicho modelo, de forma tal que podamos abarcar todas sus posibles derivaciones a niveles más concretos.

- g) Se hace mención explícita de las acciones emitidas en cada período como una de las variables de decisión del modelo. Por consiguiente, los dividendos se formulan en

términos por acción más que totales.

En razón de su utilización posterior en nuestro -
análisis, colocaremos al lado de la forma final -
de cada restricción, en letra griega y entre cor-
chetes, la variable dual correspondiente a la --
misma.

3.2. FORMULACION

3.2.1. Marco contable y variables utilizadas

El marco contable en que se desenvuelve la -
propuesta de Carleton se caracteriza por una
consideración altamente agregada del activo,
frente a un mayor detalle con que aparece -
expuesto el pasivo (14).

En este sentido, podemos formular el balance
para cada uno de los periodos considerados -
como:

$$\begin{array}{c}
 t = 0, 1, \dots, T \\
 \hline
 \begin{array}{l}
 A_t \quad \text{Activo} \\
 \hline
 \end{array}
 \left\{ \begin{array}{l}
 \text{Exigible } EX_t = \sum_i D_{it} \\
 \\
 \text{No exigible } NE_t \left\{ \begin{array}{l}
 \text{Capital } C_t \\
 \text{Reservas } R_t
 \end{array}
 \right.
 \end{array}
 \right.
 \end{array}$$

En base a este marco contable podemos definir

como variables de estado los correspondientes saldos A_t , D_{it} , R_t , excepto el relativo al capital social, que, dada la naturaleza del modelo estudiado, preferimos formalizar mediante el número de acciones que representan dicho capital, N_t , a la vez que suponemos que todas ellas poseen el mismo valor nominal.

Las variables de decisión que afectan a la dinámica de las anteriores variables son las siguientes:

A - Decisiones financieras

1. Nuevas emisiones de acciones

$$S_t$$

En este sentido, Carleton no prevee que se emitan acciones total o parcialmente liberadas con cargo a las reservas de la

empresa (15).

2. Cambios netos en la deuda

$$B_{it}$$

El subíndice i caracteriza un determinado tipo de deuda, cuyo único factor relevante a los efectos del modelo va a ser la tasa de interés correspondiente u_i (16).

Carleton supone que, junto con los cambios netos discrecionales B_{it} a solucionar, existen otros, \bar{B}_{it} , cuya cuantía está predeterminada a la hora de formular el modelo por venir derivados de compromisos previamente establecidos (17).

3. Dividendos

La variable de dividendos, d_t , se refiere aquí al dividendo que se percibe por acción en cada uno de los períodos.

B - Decisiones de inversión

Como ya hemos mencionado, el modelo no tiene ninguna variable de inversión propiamente dicha. En su lugar, se considera el total de fondos disponibles para la inversión neta, I_t .

3.2.2. Ecuaciones de evolución

A la vista de lo que hemos enunciado hasta ahora, podemos establecer las siguientes ecuaciones de evolución dinámica del modelo para $t = 0, \dots, T - 1$

a) Acciones

$$[1] \quad N_{t+1} - N_t = S_t \quad [r_{t+1}]$$

b) Reservas

$$[2] \quad R_{t+1} - R_t = (1 - r_t) \left[b(A_t, I_t) - \sum_i u_i D_{it} \right] - d_t \cdot N_t + S_t (v_t - \bar{v}) \quad [\phi_{t+1}]$$

Es decir, las reservas no sólo se incrementan por la incorporación a las mismas a los beneficios no distribuidos de cada período, sino que también pueden aumentar por la posible prima de emisión que acompañe a todas o algunas de las ampliaciones de capital (18).

c) Deuda

$$[3] \quad \forall i, \quad D_{it+1} - D_{it} = B_{it} + \bar{B}_{it} \quad [\delta_{it+1}]$$

Donde tanto \bar{B}_{it} como B_{it} pueden tener cualquier signo debido a su carácter de cambios netos, prefijados los primeros, variables los segundos.

d) Activo (19)

$$[4] \quad A_{t+1} - A_t = I_t \quad [\lambda_{t+1}]$$

Además, dada la función objetivo del modelo propuesto, se necesita una ecuación definitiva del valor de mercado (en el sentido de precio esperado) de una acción en cada uno de los períodos considerados. Carleton utiliza la definición tradicional para dicho precio como el dividendo que se percibe en cada periodo más el valor actual del precio esperado del mercado de la acción al final del mismo. Es decir (20).

$$P_t = d_t + \frac{P_{t+1}}{(1+k_t)}$$

Ecuación que puede ponerse de la forma siguiente:

te:

$$[5] \quad P_{t+1} - P_t = P_t k_t - d_t (1+k_t) \quad [\sigma_{t+1}]$$

con lo cual, conseguiremos una representación de la evolución dinámica del precio esperado de la acción de forma análoga a la obtenida - para las demás variables de estado.

En general, supondremos que

$$v_t = v_t(P_t)$$

con lo cual conectamos la valoración que el mercado pueda realizar de las acciones de la empresa con la dinámica del modelo. En particular, Carleton supone que (21):

$$v_t = P_t.$$

3.2.3. Función objetivo

Si, de acuerdo con los supuestos mencionados,

consideramos el siguiente esquema de percepciones por parte de cada accionista:



podemos definir el valor actual de la acción mediante la fórmula:

$$V = d_0 + \sum_{t=1}^{T-1} \frac{d_t}{\prod_{j=0}^{t-1} (1+k_j)} + \frac{P_T}{\prod_{j=0}^{T-1} (1+k_j)}$$

donde los dos primeros términos del segundo miembro representan el valor actual de los dividendos por acción correspondientes al período de previsión, mientras que el tercero es el valor actual del precio estimado de mercado de la acción al final de dicho período,

una vez percibido el dividendo devengado en el último subperiodo del mismo.

En la fórmula anterior consideramos implícitos los siguientes supuestos:

- a) T es un horizonte de planificación bien definido, en el sentido de que tanto la empresa como el mercado puedan formular expectativas explícitas con pleno significado (22).
- b) La determinación del conjunto de tasas de descuento, k_j , así como cuáles son los factores que contribuyen a la misma, se consideran problemas cuya solución está dada para el modelo (23).
- c) Toda la información relevante acerca del valor actual de la acción aparece recogida

a través de los dividendos, dado que el precio final de la misma también depende de éstos, como parece deducirse de la ecuación [5] anterior. Sin embargo, es perfectamente posible añadir a la función objetivo anterior una relación terminal de la forma

$$P_T = P_T (D_{iT}, N_T, R_T)$$

que recoja las expectativas que sobre el futuro de la empresa puede producir una u otra situación de su balance al final del período de previsión (24).

La citada relación representa una condición en el estado final del precio esperado de la acción, la cual puede expresarse de la -

forma:

$$[6] \quad P_T - P_T (D_{iT}, N_T, R_T) = 0$$

El planteamiento del modelo de Carleton -
es, pues, maximizar el valor actual anterior
sujeto al conjunto de restricciones que -
seguidamente pasamos a considerar.

3.2.4. RESTRICCIONES

A) Equilibrio contable

De la formulación del balance que hemos ex-
puesto, puede deducirse que:

$$A_t = \sum_i D_{it} + R_t + N_t \cdot \bar{v}, \quad t = 0, \dots, T$$

o bien en terminos de flujos, para $t=0, \dots,$
 $\dots, T-1$ se tiene:

$$I_t = \sum_i (B_{it} + \bar{B}_{it}) + (1 - r_t) \left[b(A_t, I_t) - \sum_i u_i D_{it} \right] - d_t \cdot N_t + S_t v_t$$

Y, teniendo en cuenta que el término $\sum_i \bar{B}_{it}$

está previamente fijado, podemos poner:

$$\begin{aligned}
 [7] \quad & \sum_i B_{it} + (1 - r_t) \left[b(A_t, I_t) - \right. \\
 & \left. - \sum_i u_i D_{it} \right] - d_t \cdot N_t + S_t v_t - I_t = \\
 & = - \sum_i \bar{B}_{it} \quad \quad \quad [\Psi_{t+1}]
 \end{aligned}$$

En definitiva la ecuación permite relacionar el flujo de fondos disponibles para la inversión neta con las correspondientes fuentes de financiación, tanto externas como internas.

B) No negatividad del saldo de la deuda

En general, en este tipo de modelos no es necesario considerar explícitamente las condiciones de no negatividad de las variables de estado, supuesto que las mismas se tienen en cuenta para las variables de de-

cisión.

Sin embargo, en nuestro caso particular, la variable que refleja la política de deuda, B_{it} representa el cambio neto que puede ocurrir en la misma, de modo que no puede caracterizarse a priori dicha variable como no negativa. Por consiguiente, es necesario asegurarse de que el saldo de la deuda que va a figurar en el balance no alcance valores negativos (25).

Es decir, si suponemos que las transformaciones de un tipo de deuda a otra no son consideradas por la empresa, deberá cumplirse que:

$$[8] \quad D_{it} \geq 0, \quad \forall_i, \quad t = 0 \text{ --- } T \left[\delta'_{it} \right]$$

C) Restricciones de política empresarial

Las restricciones que utiliza Carleton dentro de este grupo afectan a los siguientes aspectos:

1. Política de dividendos y de ganancias por acción.

- a) Crecimiento mínimo de los dividendos por acción de un período con respecto a los del año anterior.

$$d_0 \geq a'$$

[9] y

$$d_t - ad_{t-1} \geq 0, \quad t = 1 \text{---} T - 1$$

- b) Crecimiento mínimo de las ganancias por acción de un período con respecto a las del año anterior.

$$\frac{BDI_0}{N_0} \geq b'$$

[10] y

$$\frac{BDI_t}{N_t} - b \frac{BDI_{t-1}}{N_{t-1}} \geq 0, \quad t=1 \dots T-1$$

donde $BDI_t = (1 - r_t) \left[b(A_t, I_t) - \sum_i u_i D_{it} \right]$ es el beneficio neto después de impuestos.

Ahora bien, el hecho de que las restricciones [9] y [10] sirvan de enlace entre dos períodos sucesivos nos impide, en principio, aplicar la Teoría del Control Óptimo por cuanto ésta exige la separabilidad en el tiempo de las restricciones a efectos de descomponer el óptimo dinámico en un conjunto de sucesivos óptimos estáticos, -

donde los elementos que permiten - esta descomposición son, como sabemos, las variables adjuntas a las - ecuaciones de evolución en el tiempo del sistema (26).

El problema puede resolverse si defi nimos dos nuevas variables de estado auxiliares con sus correspondientes ecuaciones de evolución, así como dos nuevas variables de decisión (27). En efecto, las restricciones de tipo [9] pueden ponerse, para $t = 0, \dots, T - 1$

$$[9a] \quad v_t = d_t, \text{ o bien, } v_t - d_t = 0 \quad [\varphi'_t]$$

$$[9b] \quad v_{t+1} - v_t = (a - 1) v_t + g_t \quad [\varphi_{t+1}]$$

$$[9c] \quad g_t \geq 0 \quad [\varphi''_t]$$

donde la primera ecuacion nos define una nueva variable de estado, que recoge los dividendos que se van a pagar en el período de referencia, la segunda nos permite representar la restricción del crecimiento mínimo de los dividendos por acción como una ecuación de evolución del modelo, donde g_t es una variable auxiliar de decisión, no negativa, que mide el exceso que los dividendos del periodo $t + 1$ representan sobre el crecimiento previsto a partir de los dividendos del periodo anterior.

Análogamente, para las restricciones

de tipo [10] que hacen referencia a la exigencia de un crecimiento mínimo de las ganancias por acción, podemos poner:

$$[10a] \quad U_t = \frac{BDI_t}{N_t}, \quad \text{o bien}$$

$$U_t - \frac{BDI_t}{N_t} = 0 \quad [\beta'_t]$$

$$[10b] \quad U_{t+1} - U_t = (b - 1) U_t + h_t \quad [\beta_{t+1}]$$

$$[10c] \quad h_t \geq 0 \quad [\beta''_t]$$

Además, para el período inicial deberá cumplirse:

$$\left[\begin{array}{l} 9d \end{array} \right] \quad v_o \geq a' \quad \left[\begin{array}{l} \gamma_o \end{array} \right]$$

$$\left[\begin{array}{l} 10d \end{array} \right] \quad u_o \geq b' \quad \left[\begin{array}{l} \gamma'_o \end{array} \right]$$

Con estos planteamientos surgen -
 dos nuevas variables de estado ter
 minales, v^T y u^T que representan,
 respectivamente, las expectativas -
 sobre los dividendos y las ganancias
 por acción para el primer período -
 después de nuestro horizonte de pre
 visión. Ambas variables pueden em
 plearse para reflejar la influencia
 de dichas expectativas en el precio
 final esperado de la acción. Es decir,

podemos sustituir la ecuación [6] por:

$$[6b] \quad P_T - P_T(D_{iT}, N_T, R_T, V_T, U_T) = 0 \quad [\Omega_T]$$

Evidentemente, debe cumplirse en ambos grupos de restricciones que

$$b' \geq a'$$

y

$$b \geq a \geq 1$$

Lo que se pretende conseguir, entonces, es que de alguna manera se tengan en cuenta los efectos informacionales que para el mercado pueden tener la evolución en el tiempo de los dividendos y de las ganancias por acción (28).

- c) Limitaciones a los dividendos totales en función del beneficio distribuable (29),

c - 1) tasa mínima

$$[11] \quad d_t \cdot N_t - C_1 BDI_t \geq 0, \quad t=0, \dots, T-1$$

$[\pi_t]$

C - 2) tasa máxima

$$d_t \cdot N_t - C_2 BDI_t \leq 0, \quad t=0, \dots, T-1$$

o bien, para unificar el sentido de

todas las desigualdades:

$$[12] \quad -d_t \cdot N_t + C_2 BDI_t \geq 0, \quad t = 0, \dots, T-1$$

$[\pi_t]$

2. Política de la deuda y de apalancamiento

financiero

a) Limitación del crecimiento neto de la

deuda en un período, de forma que no -

supere la cuantía de las nuevas inver-

siones realizadas en el mismo (30). Es

to es,

$$\sum_i (B_{it} + \bar{B}_{it}) \leq I_t, \quad t = 0, \dots, T-1$$

[13] o bien,

$$I_t - \sum_i B_{it} \geq \sum_i \bar{B}_{it}, \quad t = 0, \dots, T-1 \quad [\mu_t]$$

b) Cobertura mínima de intereses

$$\frac{b(A_t, I_t)}{\sum_i u_i D_{it}} \geq \mu_t$$

restricción que puede ponerse como:

$$[14] \quad b(A_t, I_t) - \mu_t \sum_i u_i D_{it} \geq 0$$

$$t = 0, \dots, T-1 \quad [\varphi_t]$$

c) Apalancamiento financiero

Esta restricción que puede ponerse como

$$\frac{N_t \cdot \bar{v} + R_t}{\sum_i D_{it}} \geq l_t$$

es decir,

$$[15] \quad N_t \cdot \bar{v} + R_t - l_t \sum_i D_{it} \geq 0, \quad t=0, \dots, T-1$$

$$[\alpha_t]$$

D) No negatividad de las variables de
decisión

Excepto para las variables de deuda, B_{it} , que pueden adoptar cualquier signo, y - para los dividendos por acción, d_t , a los cuales las restricciones [9] y [10] fuerzan a tomar unos valores mínimos no negativos, nada nos asegura en el modelo que las restantes variables de decisión, S_t e I_t , vayan a aparecer siempre con valores no negativos.

Por esta razón, es necesario considerar - las siguientes restricciones:

$$[16] \quad S_t \geq 0, \quad t = 0, \dots, T - 1 \quad [\epsilon'_t]$$

$$[17] \quad I_t \geq 0, \quad t = 0, \dots, T - 1 \quad [\Omega'_t]$$

En resumen, el conjunto de restricciones que contempla el modelo, aparte de las condiciones de no negatividad de aquellas variables que lo precisan, se compone de:

1. Una ecuación de balance de flujos de fondos, que proporciona el marco contable en que se desenvuelven de manera conjunta la inversión y la financiación de la empresa.
2. Un conjunto de restricciones propiamente dichas, que reflejan condicionantes de política empresarial. Dada la finalidad que le ha sido impuesta al modelo, dichas restricciones se refieren en su totalidad a las decisiones financieras, afectando por tanto a:

- la emisión de nuevas acciones

- la política de dividendos

- el curso temporal de la deuda

y sólo, a través del balance de flujos,

a las decisiones de inversión.

3.3. ANÁLISIS E INTERPRETACION ECONOMICA3.3.1. Análisis del modelo

Si aplicamos el principio del Máximo en su forma discreta al modelo que estamos estudiando, obtenemos el siguiente hamiltoniano para cada uno de los períodos considerados

(31):

$$H_t = \frac{d_t}{\pi^{t-1} (1 + k_j)} + \gamma_{t+1} S_t + \phi_{t+1} \left\{ (1-r_t) \right.$$

$$j = 0$$

$$\begin{aligned} & \left[b (A_t, I_t) - \sum_i u_i D_{it} \right] - d_t \cdot N_t + S_t (v_t - \bar{v}) \left\{ + \right. \\ & + \sum_i \delta_{it+1} (B_{It} + \bar{B}_{it}) + \lambda_{t+1} I_t + \\ & + \sigma_{t+1} \left[P_t k_t - d_t (1 + k_t) \right] + \\ & + \theta_{t+1} \left\{ (a - 1) v_t + g_t \right\} + \\ & + \beta_{t+1} \left\{ (b - 1) u_t + h_t \right\} \end{aligned}$$

donde hemos adoptado la convención de que -
para $t = 0$

$$\prod_{j=0}^{-1} (1 + k_0) = 1$$

La maximización para cada período de este -
hamiltoniano con respecto tanto a las variables
de decisión como a las de estado, sujeta
al conjunto de restricciones que hemos -
expuesto, nos permite obtener las siguientes
ecuaciones características del óptimo diná-
mico:

A) Condiciones relativas a las variables de -
estado

Para cada una de las variables de estado -

consideradas, y para cada uno de los instantes a los que las mismas pueden referirse, exceptuando por el momento el instante final, se tiene:

1. Número de acciones que representan el Capital Social $[N_t]$

$$\begin{aligned} \gamma_{t+1} - \gamma_t &= d_t [\phi_{t+1} + \psi_{t+1} + \pi_t - \pi'_t] \\ &- \beta_t' \frac{BDI_t}{N_t^2} - \alpha_t \bar{v} \quad [18] \end{aligned}$$

2. Reservas $[R_t]$

$$\phi_{t+1} - \phi_t = -\alpha_t \quad [19]$$

3. Deuda $[D_{it}]$

$$\begin{aligned} \delta_{it+1} - \delta_{it} &= u_i \left[(1 - r_t) (\phi_{t+1} + \psi_{t+1} - \right. \\ &\left. \frac{\beta'_t}{N_t} - \pi'_t C_1 + C_2 \pi_t) + \phi_t m_t \right] - \end{aligned}$$

$$- \delta'_{it} + \alpha_t \ell_t \quad [20]$$

4. Activo $[A_t]$

$$\lambda_{t+1} - \lambda_t = - (1 - r_t) \frac{\partial b}{\partial A_t} [\phi_{t+1} + \Psi_{t+1} -$$

$$- \frac{\beta'_t}{N_t} - c_1 \pi'_t + c_2 \pi_t] - \phi_t \frac{\partial b}{\partial A_t} \quad [21]$$

5. Precio esperado de mercado $[P_t]$

$$\sigma_{t+1} - \sigma_t = - [\phi_{t+1} + \Psi_{t+1}] s_t \frac{\partial v_t}{\partial p_t} -$$

$$k_t \sigma_{t+1} \quad [22]$$

6. Variables auxiliares $[v_t, u_t]$

$$\vartheta_{t+1} - \vartheta_t = -\vartheta_{t+1} (a - 1) - \vartheta'_t \quad [23 a]$$

$$\beta_{t+1} - \beta_t = -\beta_{t+1} (b - 1) - \beta'_t \quad [23 b]$$

7. Condiciones terminales

7.1. Finales

$$\left[P_T \right] \frac{1}{\pi^{T-1} (1 + k_j)} + \Omega_T - \sigma_T = 0 \quad [24]$$

$$j = 0$$

$$\left[D_{iT} \right] \delta'_{iT} - \frac{\partial P_T}{\partial D_{iT}} \Omega_T - \ell_T \alpha_T - \delta_{iT} = 0 \quad [25]$$

$$\left[N_T \right] \alpha_T \bar{v} - \frac{\partial P_T}{\partial N_T} \Omega_T - \gamma_T = 0 \quad [26]$$

$$\left[R_T \right] \alpha_T - \frac{\partial P_T}{\partial R_T} \Omega_T - \phi_T = 0 \quad [27]$$

$$\left[V_T \right] - \frac{\partial P_T}{\partial V_T} \Omega_T - \theta_T = 0 \quad [28]$$

$$\left[U_T \right] - \frac{\partial P_T}{\partial U_T} \Omega_T - \beta_T = 0 \quad [29]$$

7.2. Iniciales

Para las variables A_t , D_{it} , N_t , R_t y P_t

estas condiciones vendrán determinadas -

por la situación inicial de la empresa,

tanto en lo que respecta a su balance -
como a su valoración en el mercado (32).

Sin embargo, en lo que se refiere a las
variables auxiliares V_t , U_t , éstas deben
de cumplir en $t = 0$ las restricciones -
[9d] y [10d] , respectivamente, con lo -
cual para el instante inicial las ecuacion
es [23a] y [23b] deben ponerse:

$$\vartheta_1 - \vartheta_0 = - \vartheta_1 (a - 1) - \vartheta'_0 - \gamma_0 \quad [23 a']$$

$$\beta_1 - \beta_0 = - \beta_1 (b - 1) - \beta'_0 - \gamma'_0 \quad [23 b']$$

Con objeto de no complicar nuestra expo-
sición, vamos a suponer que las restric-
ciones [9d] y [10d] se cumplen sobradamenn
te, y, por consiguiente, γ_0 y γ'_0 son -
nulas. En todo caso, podríamos redefinir

las variables adjuntas θ_0 y β_0 de forma que tengan en cuenta los valores de γ_0 y γ'_0 . Es decir, por ejemplo:

$$\hat{\theta}_0 = \theta_0 - \gamma_0$$

$$\hat{\beta}_0 = \beta_0 - \gamma'_0$$

en cuyo caso, no tendríamos más que hacer notar que θ_t y β_t , para $t = 0$, se refieren a estas variables tildadas más que a las representadas en el texto.

B) Condiciones relativas a las variables de decisión

1. Nuevas emisiones de acciones $[S_T]$

$$[32] \quad \gamma_{t+1} + \phi_{t+1} (v_t - \bar{v}) + \\ + \psi_{t+1} v_t + \epsilon'_t = 0$$

2. Cambios netos en la deuda $[B_{it}]$

$$[33] \quad \delta_{it+1} + \Psi_{t+1} - \mu_t = 0$$

3. Dividendos $[d_t]$

$$[34] \quad \frac{1}{\prod_{j=0}^{t-1} (1 + k_j)} - \phi_{t+1} N_t - \sigma_{t+1} (1+k_t)^{-1} - \Psi_{t+1} N_t - \theta'_t + \pi'_t \cdot N_t - \pi_t N_t = 0$$

4. Nuevas inversiones $[I_t]$

$$[35] \quad \lambda_{t+1} - \Psi_{t+1} + (1-r_t) \frac{\partial b}{\partial I_t} \left[\phi_{t+1} + \Psi_{t+1} - \frac{\beta'_t}{N_t} - c_1 \pi'_t + c_2 \pi_t \right] + \mu_t + \phi_t \frac{\partial b}{\partial I_t} + \Omega'_t = 0$$

5. Variables auxiliares $[g_t, \mu_t]$

$$[36] \quad \theta_{t+1} + \theta''_t = 0$$

$$[37] \quad \beta_{t+1} + \beta''_t = 0$$

3.3.2. Interpretación Económica del Modelo

En este apartado procedemos al análisis de las condiciones anteriores desde el punto de vista de las áreas de la política económico-financiera de la empresa que se recogen en el modelo comentado.

1. Política de acciones

Las ecuaciones [18] y [16] nos permiten establecer la expresión del valor marginal de una emisión de nuevas acciones en el período t:

$$\begin{aligned}
 [38] \quad Y_t = & \sum_{p=t}^T \alpha_p \bar{v} + \sum_{p=t}^{T-1} \beta'_p \frac{BDI_p}{N_p^2} - \\
 & - \sum_{p=t}^{T-1} d_p \left[\phi_{p+1} + \psi_{p+1} + \pi_p - \pi'_p \right] - \\
 & - \frac{\hat{c}_{P_T}}{\hat{c}_{N_T}} \Omega_T
 \end{aligned}$$

donde:

a) El primer término representa los efec

tos positivos de dicha emisión de acciones en la restricción de apalancamiento financiero del período considerado y todos sus siguientes.

b) El segundo sumatorio hace referencia a los efectos de la nueva emisión de acciones en la exigencia de un crecimiento mínimo anual de las ganancias por acción. Dichos efectos, que dependen de la cuantía y signo del valor dual β'_p , pueden considerarse, lógicamente, negativos (33).

c) El tercer término expresa los efectos de la nueva emisión a través de los dividendos adicionales que la misma lleva consigo.

Los efectos citados tienen signo negativo

en los siguientes aspectos:

- menor incremento de las reservas,
- mayores exigencias de fondos,
- incremento en la posibilidad de superar la tasa máxima fijada de los dividendos sobre el beneficio.

Por el contrario, se recoge un efecto positivo, a través de π'_p , por cuanto la nueva emisión permitirá rebasar con mayor facilidad la tasa mínima de reparto de dividendos.

d) El cuarto y último termino recoge la influencia, debidamente valorada, del número final de acciones en el precio esperado de cada una de ellas en la fecha de nuestro horizonte de previsión. El signo

de dicha influencia dependerá tanto de Ω_T como de la derivada $\frac{\partial P_T}{\partial N_T}$.

Por otro lado, la ecuación [32] y la condición [16] nos permiten poner si

$\epsilon'_t > 0$, entonces $S_t = 0$ y, por lo tanto:

$$\gamma_{t+1} + \phi_{t+1} (v_t - \bar{v}) + \psi_{t+1} v_t < 0$$

Es decir, el coste marginal de una emisión de acciones en t supera a los efectos que dicha emisión pueda tener en la incorporación de nuevas reservas (a través de la correspondiente prima de emisión) o en la entrada de nuevos fondos procedente de la misma.

Si $\epsilon'_t = 0$, entonces $S_t > 0$ y, por lo tanto:

$$\gamma_{t+1} + \phi_{t+1} (v_t - \bar{v}) + \psi_{t+1} v_t = 0$$

Con la cual el coste marginal de la emisión de nuevas acciones se iguala a los efectos previamente citados.

2. Política de dividendos

En la expresión [38] anterior ya hemos visto cómo influye la política de dividendos en las posibles emisiones de acciones.

Sin embargo, no son aquellos los únicos efectos que pueden derivarse de la misma. Así de las ecuaciones [23a] y [28] se obtiene el valor marginal, en términos de su exigencia de crecimiento, de los dividendos pagados en el periodo t :

$$\vartheta_t = \sum_{p=t}^{T-1} \vartheta_{p+1} (a - 1) + \sum_{p=t}^{T-1} \vartheta'_p - \frac{{}^3P_T}{{}^3V_T} \Omega_T$$

donde los dos primeros sumatorios representan los efectos, lógicamente negativos, de

los dividendos pagados sobre la exigencia de un crecimiento mínimo de los mismos. El tercer término expresa la influencia sobre el precio esperado de la acción en el instante final de dichos dividendos.

Ahora bien, la ecuación anterior nos hace depender el valor ϑ_t del que toman sus correspondientes herederos en el tiempo, ϑ_{t+1} , ϑ_{t+2} , — ϑ_T . Esto es así por la dependencia intertemporal que introduce la citada exigencia en el crecimiento de los dividendos.

Si aplicamos la relación de recurrencia, - tenemos:

$$\vartheta_T = - \frac{\partial P_T}{\partial V_T} \Omega_T$$

$$\vartheta_{T-1} = \vartheta_T a + \vartheta'_{T-1}$$

$$\vartheta_{T-2} = \vartheta_T a^2 + \vartheta'_{T-1} a + \vartheta'_{T-2}$$

$$\vartheta_{T-3} = \vartheta_T a^3 + \vartheta'_{T-1} a^2 + \vartheta'_{T-2} a + \vartheta'_{T-3}$$

y, en general:

$$[39] \quad \vartheta_t = - \frac{\partial P_T}{\partial V_T} \Omega_T a^{T-t} + \sum_{p=t}^{T-1} \vartheta'_p a^{p-t}$$

fórmula que tiene fácil interpretación en lo que respecta al primer término, ya que éste representa el efecto que los dividendos actuales tienen sobre el precio esperado de la acción en el momento final a través del factor de crecimiento mínimo anual, a . En cuanto al segundo sumando, este viene obligado por la conversión que hemos realizado de los "dividendos-variable de decisión" (d_t) a los "dividendos previstos" (V_t), que son una variable de estado más del modelo. Los valores duales ϑ'_p

obligan a que ambas variables tomen el mismo valor para cada período (34).

De las ecuaciones [34] , [11] y [12] se tiene que:

$$- \text{ Si } \pi'_t > 0, \text{ entonces } d_t = \frac{C_1 \text{ BDI}_t}{N_t}, \text{ y,}$$

además:

$$\frac{1}{\prod_{j=0}^{t-1} (1 + k_j)} - \phi_{t+1} N_t - \sigma_{t+1} (1+k_t) -$$

$$- \psi_{t+1} N_t - \theta'_t < 0$$

Es decir, se pagan los menores dividendos posibles, supuesto que los mismos son compatibles con la exigencia de un crecimiento mínimo anual de su cuantía por acción.

$$- \text{ Si } \pi_t > 0, \text{ entonces } d_t = \frac{C_2 \text{ BDI}_t}{N_t}, \text{ y,}$$

por consiguiente, la expresión anterior es válida con el signo de la restricción cambiado. La situación se traduce en la distribución de todos los dividendos que son posibles.

- Si $\pi'_t = \pi_t = 0$, entonces:

$$\frac{C_1 \text{BDI}_t}{N_t} < d_t < \frac{C_2 \text{BDI}_t}{N_t}$$

que implica un nivel intermedio en la distribución de dividendos, verificándose:

$$\frac{1}{\prod_{j=0}^{t-1} (1+k_j)} - \phi_{t+1} N_t - \sigma_{t+1} (1+k_j) -$$

$$- \psi_{t+1} N_t - \theta'_t = 0$$

3. Política de reservas

En realidad, apenas puede hablarse de que -
el modelo de Carleton tenga presente una -

política de reservas. Estas se configuran como un componente residual del beneficio neto después de impuestos, una vez satisfechas todas las exigencias de dividendos (35).

El único incentivo para dotar reservas viene dado por la contribución de las mismas a facilitar el apalancamiento financiero, aparte de su posible influencia en el precio esperado final de la acción. Así, las ecuaciones [19] y [27] nos permiten poner:

$$[40] \quad \Phi_t = \sum_{p=t}^T \alpha_p - \frac{\partial P_T}{\partial R_T} \Omega_T$$

expresión que recoge de modo matemático lo que acabamos de decir.

4. Evolución del "precio de la acción"

El valor dual asociado a la evolución de dicho precio durante el período t es, según las ecuaciones [22] y [24] :

$$\sigma_t = \frac{1}{\tau^{T-1} (1+k_j)} + \omega_T + \sum_{p=t}^{T-1} s_p \frac{\partial v_p}{\partial P_p} [\phi_{p+1} + \psi_{p+1}]$$

$$j = 0$$

$$+ \sum_{p=t}^{T-1} k_p \sigma_{p+1}$$

con lo cual nos encontramos con una interdependencia temporal análoga a la que se presentaba para θ_t , cuya causa se debe ahora a que el incremento en el precio esperado de la acción depende del propio nivel de partida del mismo.

Si aplicamos la relación de recurrencia, tenemos:

$$\sigma_T = \frac{1}{\prod_{j=0}^{T-1} (1 + k_j)} + \Omega_T$$

$$\sigma_{T-1} = (1+k_{T-1}) \sigma_T + S_{T-1} \frac{\partial v_{T-1}}{\partial P_{T-1}} \left[\Phi_T + \Psi_T \right]$$

y, en general:

$$[41] \quad \sigma_t = \sigma_T \prod_{j=t}^{T-1} (1 + k_j) +$$

$$\sum_{p=t}^{T-1} S_p \frac{\partial v_p}{\partial P_p} \left[\Phi_{p+1} + \Psi_{p+1} \right] \prod_{j=t+1}^p (1+k_j)$$

expresión que consta de dos partes claramente diferenciadas. La primera de ellas hace referencia a los efectos, debidamente capitalizados, que produce el precio esperado final de la acción en el objetivo del modelo. La segunda recoge la influencia que se produce vía la incorporación de --

nuevas reservas y la consecuencia de mayores recursos financieros a través de la -
prima de emisión de las nuevas acciones,
la cual, por hipótesis, hemos hecho depender del precio esperado de la acción en -
cada uno de los períodos considerados. Al
igual que en el primer término, éstos úl-
timos conceptos aparecen afectados por sus
correspondientes factores de capitalización.
El hecho de que aparezcan en ambos términos
estos factores se debe al proceso de des-
cuento que sufre el precio final estimado
de la acción en el objetivo del modelo. Y
puesto que en un instante dado no deben in-
fluir los factores de descuento que son -
posteriores al mismo, se hace necesario de-
sactivar éstos mediante la inclusión del -

correspondiente proceso de capitalización que neutralice sus efectos.

5. Otras condiciones relativas a la política de fondos propios.

Además de lo que hemos visto hasta ahora es necesario tener en cuenta, también, - las siguientes relaciones por cuanto afectan a alguno de los conceptos anteriores:

a) Las expresiones [9c] y [36] nos permiten poner:

- Si $\emptyset''_t = 0$, entonces , $g_t > 0$, y ,

además, $\emptyset_{t+1} = 0$.

Esto es, si el crecimiento mínimo de los dividendos está sobradamente garantizado

para alguno de los períodos de tiempo, que consideramos, la ecuación de evolución auxiliar [9b] para dicho período no tiene influencia alguna en el objetivo del modelo y los dos términos de la expresión [38] se anulan entre sí (36).

- Si $\vartheta''_t > 0$, entonces, $g_t = 0$, y,

ademas, $\vartheta_{t+1} = -\vartheta''_t < 0$.

Esto es, la restricción de crecimiento minimo de los dividendos se encuentra saturada para el período t , y, a consecuencia de

ello, la valoración adjunta a la misma -
es negativa.

b) Las ecuaciones [23b] y [29] nos permiten
poner:

$$\beta_t = - \frac{\partial P_T}{\partial U_T} \Omega_T + \sum_{p=t}^{T-1} \beta_{p+1} (b - 1) +$$

$$+ \sum_{p=t}^{T-1} \beta'_p$$

que nos expresa el valor marginal, en -
términos de su crecimiento, de las ganancias
por acción correspondientes a cada
período.

Al igual que nos sucedía con la variable
adjunta β_t , la expresión anterior es herede
ditaria desde los momentos futuros al consi
derado. La relación subyacente con res-

pecto al instante final es, pues, análoga a la ecuación [39], es decir,

$$[42] \quad \beta_t = - \frac{\partial P_T}{\partial U_T} \Omega_T \quad b^{T-t} + \\ + \sum_{p=t}^{T-1} \beta'_p b^{p-t}$$

cuya interpretación es, por consiguiente, similar a la realizada con la expresión [39].

Por otro lado, las relaciones [10c] y [37] nos permiten hacer las siguientes implicaciones:

- Si $\beta''_t = 0$, entonces, $h_t > 0$, y además, $\beta_{t+1} = 0$. Es decir, no existe restricción efectiva respecto al crecimiento de las ganancias por acción, de ahí que la valoración de dicho crecimiento sea nula.

- Si $\beta''_t > 0$, entonces, $h_t = 0$, y, además,
 $\beta_{t+1} = -\beta''_t < 0$. Situación contraria a
 la anterior, por cuanto se satura la -
 restricción de crecimiento mínimo de -
 las ganancias por acción.

6. Política de deuda

Las ecuaciones [20] y [25] nos permiten -
 definir el valor marginal de las variacion
 nes netas en la deuda durante un período:

$$\begin{aligned} \delta_{it} = & - \frac{\partial P_T}{\partial D_{it}} \Omega_T + \sum_{p=t}^T \delta'_{ip} - \sum_{p=t}^T \alpha_p l_p \\ & - \sum_{p=t}^{T-1} u_i \left[(1-r_p) \left(\phi_{p+1} + \psi_{p+1} - \frac{\beta'_p}{N_p} - \right. \right. \\ & \left. \left. - \tau'_p c_1 + c_2 \tau_p \right) \right. \\ [43] & \left. - \sum_{p=t}^{T-1} u_i \omega_p m_p \right] \end{aligned}$$

donde:

- a) el primer término recoge la influencia del saldo final de la deuda en el precio final esperado de la acción.
- b) el segundo sumatorio muestra la exigencia de que el cambio neto actual en la deuda mantenga el saldo no negativo de la misma en el presente período y en todos los posteriores.
- c) el tercer término expresa la influencia, claramente negativa, de la deuda en la - restricción de apalancamiento financiero.
- d) el cuarto sumario manifiesta los distintos efectos valorados de los intereses efectivos (después de deducido el correspondiente escudo fiscal) en :

- la incorporación de nuevas reservas
(efecto negativo)
 - las necesidades de recursos financieros
ros (efecto negativo)
 - la definición de las ganancias por -
acción (efecto negativo, ya que nor-
malmente β'_t también lo es)
 - la exigencia de una tasa mínima de -
dividendos (efecto positivo, dado que
la mayor cuantía de los intereses re-
duce los dividendos totales necesaa--
rios para que se cumpla esta restricci
ción)
 - el requisito de no superar una tasa
máxima de dividendos (efecto negati-
vo, por análoga razón al anterior)
- e) el último término incorpora las ten-

siones que los intereses pueden producir en la exigencia de una cobertura mínima de los mismos (efecto negativo).

En conexión con el apartado b) de las anteriores consideraciones, las desigualdades [8] nos permiten poner:

- Si $\delta'_{it} = 0$, entonces, $D_{it} > 0$

- Si $\delta'_{it} > 0$, entonces, $D_{it} = 0$

Es decir, la variable δ'_{it} sólo adoptará un valor positivo en un cierto período, cuando el saldo contable de la deuda de tipo i para dicho período se vea forzado a ser nulo, debido a las mejores condiciones que, desde el punto de vista del modelo, presentan otras fuentes de financiación.

Análogamente, de las condiciones [13] se deduce, dado el nivel de fondos para invertir, que:

$$- \text{ Si } \mu_t = 0 \text{ entonces } I_t > \overline{\sum_i (B_{it} + \bar{B}_{it})}$$

Es decir, sólo se financian con fuentes ajenas parte de las nuevas inversiones previstas.

$$- \text{ Si } \mu_t > 0 \text{ entonces } I_t = \overline{\sum_i (B_{it} + \bar{B}_{it})}$$

y, como consecuencia, todas las nuevas inversiones se financian totalmente con deuda de diversos tipos.

Por consiguiente, la condición [33] equivale a poner:

$$[43'] \quad \text{a) } \delta_{it+1} + \Psi_{t+1} = 0, \quad \text{si } \mu_t = 0$$

$$\text{b) } \delta_{it+1} + \Psi_{t+1} > 0, \quad \text{si } \mu_t > 0$$

Es decir, en el primer caso el coste marginal

de la deuda se iguala al valor marginal de los nuevos fondos, mientras que en el segundo caso el coste marginal de la deuda es menor que el valor marginal de dichos fondos, con lo cual aquella se emplea como única fuente de financiación de las nuevas inversiones.

Ahora bien, si $C_2 < 1$, esto es, si siempre existe un porcentaje mínimo de autofinanciación por retención de beneficios, entonces se verifica que (37):

$$I_t > \sum_i (B_{it} + \bar{B}_{it})$$

por lo cual el único caso que merece la pena considerar es el primero, y no sólo para un período aislado, sino para el conjunto de todos ellos.

7. Política de fondos de inversión neta

Las ecuaciones [21] nos permiten definir, para cada instante de tiempo, el valor marginal de las nuevas adicciones al activo - existente en cada uno de los momentos considerados. De dichas relaciones, y teniendo en cuenta que $\lambda_T = 0$, ya que al nivel total - del activo no se le fija ningún objetivo o relación que deba cumplir en el instante final, podemos deducir:

$$\begin{aligned}
 [44] \quad \lambda_t = & \sum_{p=t}^{T-1} (1 - r_p) \frac{\partial b}{\partial A_p} \left[\phi_{p+1} + \psi_{p+1} - \right. \\
 & \left. - \frac{\beta'_p}{N_p} - c_1 \tau'_p + c_2 \tau_p \right] + \sum_{p=t}^{T-1} \phi_p \frac{\partial b}{\partial A_p}
 \end{aligned}$$

Donde el primer sumatorio refleja los diversos efectos que produce una variación en los beneficios netos de explotación (esto es, de los beneficios después de impuestos que se -

obtendrían si no consideráramos los intereses financieros). Dichos efectos se transmiten en forma positiva a:

- la evolución de las Reservas (Φ_{p+1})
- la disponibilidad de nuevos recursos financieros (Ψ_{p+1})
- la mayor facilidad de cumplir la exigencia de no sobrepasar una tasa máxima en la distribución de dividendos ($C_2 \pi_p$)

Por el contrario, suponen una influencia negativa:

- la presión adicional que se ejerce sobre el crecimiento posterior de las ganancias por acción (β'_p).
- la mayor restricción que supone ahora el exigir una tasa mínima de dividendos sobre

los beneficios aumentados ($C_1 \tau'_p$).

El segundo término presenta, sin embargo, - los efectos, claramente positivos, de dichos beneficios, ahora antes de impuestos, sobre la cobertura mínima de los intereses financieros.

Por otra parte, la ecuación [35] y la expresión [17] nos permiten hallar las condiciones en que se dotarán o no fondos para incrementar realmente los activos existentes:

- Si $\Omega'_t = 0$, entonces, $I_t > 0$, y, por lo tanto,

$$[44'] \quad \lambda_{t+1} - \psi_{t+1} + (1 - r_t) \frac{\partial b}{\partial I_t} \left[\phi_{t+1} + \psi_{t+1} - \frac{\beta'_t}{N_t} - C_1 \tau'_t + C_2 \tau_t \right] + u_t + v_t \frac{\partial b}{\partial I_t} = 0$$

- Si $\Omega'_t > 0$, entonces, $I_t = 0$, y la ante

rior igualdad se convierte en una desigualdad del tipo "menor que".

De la ecuación [44] se deduce que para que se produzca la completa independencia entre las políticas de fondos de inversión y las de naturaleza financiera, debe ocurrir una de estas dos cosas:

a) que la naturaleza del óptimo independiente de la política de inversiones sea tal que se consiga sin relación alguna con el conjunto de restricciones del modelo, esto es, que

$$\frac{\partial b}{\partial A_t} = 0, \forall t$$

b) que se anulen conjuntamente los coeficientes

$$\left[\phi_{p+1} + \psi_{p+1} - \frac{\beta'_p}{N_p} - C_1 \tau'_p + C_2 \tau_p \right]$$

y ϕ_p para todos los períodos considerados,

mediante combinaciones muy particulares de las

variables duales que los forman (38).

3.4. Estudio particular de las propuestas de

Carleton

Evidentemente, el modelo que hemos analizado y expuesto hasta ahora es lo suficientemente general para abarcar en su seno las propuestas realizadas por Carleton en el artículo -referenciado. Sin embargo, esta generalidad, aunque muy fructífera para estudiar las características teóricas del modelo, debe reducirse a la hora de potenciar la aplicabilidad -práctica del mismo.

En primer lugar, y dada la finalidad de su -propuesta, Carleton establece unos supuestos muy operativos para la política de fondos de inversión, para la cual supone que (39):

$$[45] \quad b(A_t, I_t) = b_{ot}(A_o) + \sum_{p=0}^t b_p(I_p)$$

donde cada $b_p(I_p)$ viene dada por:

$$b_p(I_p) = i_p I_p$$

siendo i_p la tasa de retorno periódico de la inversión neta realizada en p . Dicha tasa se supone función lineal decreciente de la tasa de crecimiento de los activos de la empresa. Es decir (40) :

$$i_p = e_o + e_1 \frac{I_p}{A_p}, \quad \text{con} \quad \begin{cases} e_o > 0 \\ e_1 < 0 \end{cases}$$

por lo tanto,

$$[46] \quad b_p(I_p) = e_o I_p + e_1 \frac{I_p^2}{A_p}$$

y se verifica:

$$a) \quad \frac{\partial b_p(I_p)}{\partial I_p} = e_o + 2 e_1 \frac{I_p}{A_p}$$

expresión que será positiva, como Carleton cree que debe ser plausible, si e_o es lo suficientemente grande respecto a e_1 .

$$b) \quad \frac{\partial^2 b_p(I_p)}{\partial I_p^2} = \frac{2e_1}{A_p} < 0, \quad \text{ya que lo}$$

es e_1 .

La ecuación [46] resulta ser estacionaria en el sentido de que supone que la tasa de retorno de la inversión realizada en un pe ríodo se mantiene constante durante toda la vida de la misma, que por hipótesis se extiende desde dicho período hasta el horizonte de planificación elegido (41).

Mayor simplificación se produce cuando introducimos una sola tasa i para todos los periodos. Es decir, la ecuación [45] se convierte en:

$$b(A_t, I_t) = b_{ot}(A_0) + \sum_{p=0}^t i I_p = b_{ot}(A_0) +$$

$$+ i(A_t - A_0) + i I_t$$

ya que,
$$A_t = \sum_{p=0}^{t-1} I_p + A_0$$

Por consiguiente, si i está dado se verifica que:

$$\frac{\partial b}{\partial A_t} = \frac{\partial b}{\partial I_t} = i$$

en cuyo caso podemos resolver el modelo para un conjunto de valores de la tasa del retorno i que se crean posibles y quedarnos con aquel valor que produzca el mejor resultado en la función objetivo. Esta es la estrategia propugnada por Carleton para facilitar la solución de su modelo (42).

La eficacia de la propuesta realizada, en relación con la simplificación que se produce en la estructura analítica del modelo, puede mostrarse mediante la observación de las ecuaciones [44] y [44'] . Si aceptamos la hipóte

sis, de que los activos de la empresa consi
derada van a experimentar un crecimiento -
 continuado durante el período de previsión
 que estudiamos, hipótesis muy plausible para
 una gran empresa diversificada, cuyos valo-
 res son objeto de amplia negociación en el
 mercado de capitales (43), se cumple que:

$$\forall t, \sum_{p=t}^{T-1} \left[\lambda_{t+1} - \psi_{t+1} + \mu_t \right] + \sum_{p=t}^{T-1} \left\{ (1 - r_t) i \right. \\ \left. \left[\phi_{p+1} + \psi_{p+1} - \frac{\beta'_p}{N_p} - C_1 \tau'_p + C_2 \tau_p \right] + \phi_p \cdot i \right\} = 0$$

Es decir,

$$\forall t, \sum_{p=t}^{T-1} \left[\lambda_{t+1} - \psi_{t+1} + \mu_t \right] + \lambda_t = 0$$

fórmula que implica la relación de recurren
cia que sigue:

$$\lambda_{T-1} = \psi_T - \mu_{T-1}$$

$$\lambda_{T-2} = \psi_{T-1} - \mu_{T-2}$$

$$\lambda_t = \psi_{t+1} - \mu_t$$

Si, además, suponemos que las restricciones [13] siempre se cumplen a nivel de estricta desigualdad, es decir, no toda la inversión neta se financia con deuda (44) se verifica que

$$\lambda_t = \psi_{t+1}$$

Esto es, el valor marginal de la inversión neta realizada en un período es igual al valor marginal de los fondos requeridos para financiar dicha inversión (45).

Del mismo modo, si suponemos que no toda la inversión neta se financia con deuda, podemos ver en la ecuación [43'] que el coste marginal de la deuda se iguala al valor marginal de los nuevos fondos y, por consiguiente, bajo los supuestos anteriores también se igualará al valor marginal de la inversión

neta realizada. Esto es,

$$\lambda_t = \psi_{t+1} = - \delta_{it+1} \quad , \quad \forall_i$$

En lo que respecta a las distintas componentes de la política de fondos propios, Carleton supone que:

a) $v_t = p_t$, esto es, el valor efectivo de una acción a los efectos de la colocación de nuevas emisiones coincide con el precio esperado de la acción al comienzo del correspondiente período (46). Por lo tanto,

$$\frac{\partial v_t}{\partial p_t} = 1$$

b) El precio esperado final de una acción - puede venir dado en relación con el dividendo esperado para el primer período posthorizonte (47). Es decir,

$$P_T = \frac{V_T}{k_T - g}$$

donde g es la tasa esperada de crecimiento de los dividendos por acción para el horizonte. En definitiva, puede tratarse de conseguir una cierta relación dividendos precio - de la acción

$$P_T = \frac{V_T}{\bar{K}}$$

Por consiguiente, se tiene que:

$$\frac{\partial P_T}{\partial D_{iT}} = \frac{\partial P_T}{\partial N_T} = \frac{\partial P_T}{\partial R_T} = \frac{\partial P_T}{\partial U_T} = 0$$

y

$$\frac{\partial P_T}{\partial V_T} = \frac{1}{\bar{K}}$$

de modo que pueden simplificarse de manera

notable las expresiones [38], [39], [40], [42] y [43].

c) una cierta dificultad de resolución se deriva del carácter fraccionario de las restricciones [10] que exigen un crecimiento mínimo de las ganancias por acción. Carleton propone que se sustituyan por el siguiente conjunto de restricciones (48):

$$BDI_t - b BDI_{t-1} \geq 0, \quad t = 1, \dots, T$$

y

$$N_t - b N_{t-1} \leq 0, \quad t = 1, \dots, T$$

conjunto que no implica, en modo alguno la formulación inicial, dado que ambas restricciones pueden cumplirse a nivel de estricta igualdad, en cuyo caso no garantizamos ningún crecimiento a las ganancias por acción, sino sólo su estabilidad de un período a otro.

Por consiguiente, es obvio que no podemos

intercambiar una u otra formulación sin -
 variar, aunque sea ligeramente, las conclu-
 siones analíticas que hemos derivado.

d) Por último, podemos observar que, después
 de introducir las hipótesis simplificadoras
 que hemos comentado, todas las restricciones
 y ecuaciones de evolución dinámica son lineal
 les excepto en lo que respecta a la aparición
 del producto $d_t \cdot N_t$ en las ecuaciones [2], [7],
 [11] y [12] y de $S_t \cdot v_t$ en estas dos primeras.

En realidad, estas excepciones podrían ser -
 resueltas con hipótesis adicionales, como -
 podrían ser, además de la reformulación del
 modelo en términos de dividendos totales más
 que por acción y la subsiguiente eliminación
 del número de éstas como denominador en cier-
 tas restricciones (49), mediante nuevas hipól

tesis operativas:

- Fijar una tasa determinada de dividendos sobre los beneficios netos, esto es, igualar C_1 y C_2 en las restricciones $\begin{bmatrix} 11 \end{bmatrix}$ y $\begin{bmatrix} 12 \end{bmatrix}$, en cuyo caso:

$$d_t \cdot N_t = C \text{ BDI}_t, \text{ donde } C=C_1=C_2$$

- Establecer para las variables d_t o N_t pautas de evolución en el tiempo prefijados, de manera que puedan observarse mediante la resolución del modelo las distintas implicaciones del mantenimiento de dichas pautas sobre la política económica - financiera.
- Fijar las condiciones de emisión de las nuevas acciones a través de v_t para determinar, entonces, el número óptimo de estas

Últimas - con una política de dividendos
dada - y analizar la influencia de las -
mismas en el conjunto del modelo.

NOTAS

(1) Carleton, W. T. "An Analytical Model for Long Range Planning" Journal of Finance, Vol XXV, n°2, mayo, 1970, Págs. 291-315.

(2) Ibid., págs. 291-292

(3) En realidad, mas que analizar el modelo de Carleton tal y como ha sido propuesto por su autor, analizamos la metodología que se desprende del mismo. Al hacerlo así, elaboramos nuestra propia formulación, esencialmente distinta como no podía dejar de suceder - de la utilizada en el modelo original.

(4) Ibid., págs. 300-301.

La justificación que proporciona Carleton de este punto es la imposibilidad de conocer con suficiente detalle los proyectos que puedan emerger durante el periodo de planificación, pero cuya natura

leza se desconoce en el momento inicial. De ahí que en los modelos basados en una enumeración de proyectos alternativos, se detecte una - "desaparición aparente" de la empresa en los últimos períodos del horizonte de planificación, una vez que se van agotando las alternativas - disponibles - y conocidas - Vid.:

Myers, S.C. Pogue, G. A. "A Programming Approach to Corporate Financial Management" Journal of Finance, Vol. XXIX, n°2, mayo, 1974, pág. 597.

Precisamente, la solución que proponen estos autores a dicho problema reside en incluir - dentro del conjunto de posibles alternativas - unos proyectos ficticios - representados por - variables continuas mas que discretas - que - reflejen de algún modo las posibles oportunidades

de inversión que puedan surgir en cada uno de los periodos considerados. Sin embargo, nada se dice a cerca del cálculo de los flujos de - caja y de beneficios que puedan proporcionar tales proyectos, así como respecto de su relación con el resto de las alternativas disponibles y/o los activos existentes en la empresa en el instante inicial.

Evidentemente, un tratamiento adecuado de este problema solo puede realizarse abandonando los supuestos de certeza. Un ejemplo de utilización de la denominada " Chance - constrained Pro-gramming" para resolverlo viene dado en:

Reardon, K.J. " A Multi-Stage Model for Capital Budgeting with Uncertain Future Investment - Opportunities "

Technical Report nº 50, agosto 1974 . Departamento de Investigación Operativa, Stanford University.

- (5) Esto es, se trata de una información agregada de las oportunidades de inversión de que dispone la empresa, sin que en este estadio aparezca mención alguna a los proyectos en que dichas oportunidades pueden plasmarse.

Además de lo expuesto en la nota anterior, - tampoco puede disponerse de información detallada a nivel de proyectos concretos si consideramos la perspectiva de:

- a) los planificadores de una empresa descentralizada
- b) los accionistas de la empresa

No hay que olvidar que el objetivo del modelo

de Carleton se orienta, fundamentalmente, a estos últimos. Vid. Carleton, W.T. Op. cit., pág. 301.

(6) Vid.:

Ribas Mirangels, E. " Programación de inversiones en la Empresa: Modelos" Revista Española de Financiación y Contabilidad, n° 11, enero-marzo, 1975, págs. 111-133.

Weingartner, H.M. " Capital Budgeting of - Interrelated Projects: Survey and Synthesis" Management Science, Vol.12, n° 7, marzo 1966, págs. 485-516. Versión española en:

Weston, J.F. Woods, D.H. "Teoría de la Financiación de la Empresa" Ariel, Barcelona, 1974, págs 109-150.

Carleton, W.T. " Linear Programming and Capital

Budgeting Models: A New Interpretation" Journal
of Finance, vol. XXIV, n° 5, diciembre, 1969,
págs. 825-883.

- (7) Vid. la nota número 2 correspondiente al capítu
lo 5 de este estudio acerca de como entendemos
nosotros esta provisión de información.
- (8) Evidentemente, es el hecho de seguir este camino
lo que justifica que califiquemos - como lo hacia
mos en la nota 3 anterior - de diferente nuestro
modelo con respecto al original de Carleton.
- (9) Ejemplo de las primeras son el triple tratamien-
to que la fiscalidad norteamericana permite a las
diferencias entre la amortización fiscal y la -
amortización contable de cada ejercicio, junto -
con el apoyo fiscal a la inversion.

Vid. Carleton, W.T. Op. cit. págs. 294-296.

Esta distinción entre la amortización fiscal y la contable contrasta con la recogida por Lerner y Carleton respecto a esta última y la amortización económica, concebida ésta como la valoración de " la disminución del poder de generación de beneficios de un bien".

Vid. Lerner, E. Carleton, W.T. "Dirección Financiera" Ed. El Ateneo, Buenos Aires, 1976, págs. 44-60.

Es de observar que en ambas obras se utilizan los mismos símbolos para reflejar distintos conceptos de amortización, razón por la cual llamamos la atención sobre este punto.

El segundo tipo de connotaciones será analizado posteriormente en este mismo capítulo.

(10) Esta terminología puede verse por ejemplo, en:

Breton, A. " Programmation Mathematique et -
Theorie de la Comande Optimale "

Trabajo presentado al congreso de CTIÖÅHFCTC,
Barcelona, diciembre, 1974.

(11) Vid. Carleton, W.T. Op. cit. pág. 292. La razón

de este proceder reside en reflejar adecuadamente la ecuación de evolución de las reservas de la empresa.

(12) Ibid., pág. 293-294.

La existencia de diversas fuentes de financiación ajena se recoge aquí como mera extensión conceptual, dado que, por la peculiar formulación con que se plasma la financiación ajena, y ante la ausencia de restricciones particulares para cada una de sus posibles fuentes, - siempre se utilizará aquella fuente con las -

menores cargas financieras por intereses, a no ser que las diversas fuentes de deuda influyan de manera diferente, sobre el precio final de la acción. Vease, más adelante, la ecuación [43] del texto.

(13) Carleton supone la existencia en el momento inicial de emisiones previas de obligaciones convertibles cuyas tasas y épocas de conversión se conocen por anticipado. Ibid., pág. 296-297.

(14) Ibid., pág. 293

(15) Lo cual sí se encuentra previsto en el modelo de Albouy, objeto del siguiente capítulo de este estudio.

(16) Al conceptuarse las variables B_{it} como "cambios netos en la deuda", no aparece problemática alguna respecto a los plazos de devolución de

cada tipo de deuda.

(17) Vid. Carleton, W.T. Op. Cit. pág. 293.

(18) Carleton no diferencia en su modelo las reser
vas del capital social.

(19) Esto es, el activo se recoge en términos netos,
una vez deducidas las amortizaciones. Estas -
últimas no se consideran de forma explícita en
el modelo. Carleton solo las emplea con fines
meramente fiscales. Vid. nota 9.

(20) Vid. Carleton, W.T. Op. cit., págs. 291-292

(21) Ibid., pág. 299.

(22) Ibid., págs. 292.

(23) Ibid., pág. 303.

(24) Esto es lo que hace Carleton al introducir la formula de Gordon. Ibid., Pág. 292.

Para un análisis de una posible formulación - alternativa a la utilizada por Carleton puede verse:

Malkiel, B.G. " Rendimiento del Capital, Crecimiento y Estructura de los Precios de las Acciones ". En Weston, J.F.; Woods, D.H. Op. cit., - págs. 283-315

(25) Esta restricción no es considerada por Carleton, aunque, si aceptamos la influencia favorable - que sobre el valor de la empresa pueda tener la financiación ajena - dentro del conjunto de posibles valores que vaya a adoptar esta a la luz - de las restricciones de politica de deuda, puede darse por sentado su cumplimiento.

(26) Vid.

Albouy, Marc. " La regulation économique dans l'entreprise " Tomo II. La régulation dynamique. Dunod, Paris, 1962, págs. 28-31.

(27) Una metodología general para el tratamiento de

estas situaciones puede verse en:

Sethi, Suresh P. " Applications of Optimal Control Theory in Management and Economics " Tesis doctoral, Graduate School of Industrial Administration, Carnegie-Mellon University, Pittsburgh, 1971. Capítulo 2. " On the Maximum Principle for Discrete Dynamical Systems with Lags", Págs, 32-46.

\

(28) Vid. Carleton, W.T. Op. cit, pág. 304.

(29) Evidentemente $1 \leq C_2 \leq C_1$. Si ambos parámetros

coinciden, se obliga a repartir como dividendos una fracción dada del beneficio distribuido.

(30) Esta restricción es superflua, dado que si examinamos la ecuación [7] de equilibrio contable se tiene que:

$$I_t \geq \sum_i (B_{i,t} + \bar{B}_{it})$$

siempre que:

$$(1 - r_t) \left[b(A_t, I_t) - \sum u_i D_{it} \right] - d_t \cdot N_t \geq 0$$

lo cual se mantendrá valido a través de las restricciones (12) , siempre que $C_2 \leq 1$.

La razón por la que Carleton incluye esta restricción se debe a que él considera la posibilidad de adquirir las acciones propias de la empresa en el mercado de valores por lo que se

hace necesario evitar la transformación del capital social en deuda a través de tales adquisiciones.

(31) Vid., por ejemplo:

Vegara, J. M. "Programación Matemática y Calculo Económico" Ed. Vicens-Vives, Barcelona, 1975, págs, 285-296.

(32) Estas condiciones iniciales podrían expresarse por sus correspondientes restricciones de igualdad. Aunque no lo hacemos así en el texto, para no complicar innecesariamente nuestro esquema expositivo, sería recomendable utilizar tales restricciones por cuanto sus valores duales asociados nos medirían la sensibilidad de la función objetivo ante dichas condiciones iniciales.

Por otro lado, estas condiciones pueden adoptar cualesquiera valores, siempre que tengan significado, es decir, sean no negativos y verifiquen, en el caso de las variables de balance, el equilibrio contable del mismo. Ambos aspectos los suponemos existentes en las condiciones iniciales que en cada caso se empleen.

- (33) Al ser β'_p una variable dual asociada a una restricción de igualdad, puede tomar, en principio cualquier signo.
- (34) A las variables duales θ_t y θ'_t se les puede aplicar idéntica consideración a la realizada en la nota anterior.
- (35) Ya hemos mencionado antes que Carleton no distingue las reservas del capital social, sino que ambos se consideran dentro del neto de la

empresa. Este proceder queda justificado precisamente por el caracter residual que a las reservas les atribuye el modelo, y a pesar de lo cual creemos conveniente reflejar la contribución propia de las mismas.

- (36) Si esta condicion se cumpliera para todos los períodos, las restricciones de crecimiento de los dividendos serian innecesarias, y podriamos hablar de una "irrelevancia temporal" de la política de dividendos, distinta de la "irrelevancia cuantitativa" de dicha política, que exigiria la anulación, para todos los períodos, de las variables duales τ'_t y τ_t , así como de la expresión $\Phi_{p+1} + \Psi_{p+1}$.

- (37) Vid. nota 30.

(38) Sí esto se verifica, puede verse que la expresión (43) se reduce a los tres primeros términos de la misma. Esto es, la política de deuda se hace independiente de las cargas financieras derivadas del pago de los intereses.

(39) Vid. Carleton, W.T. Op. cit., págs, 300-301.

(40) Esta es la denominada por Lerner y Carleton - función L.C., esto es, la función que vincula las variaciones del activo con las modificaciones en la tasa de retorno. Ambos autores proponen varias alternativas para esta función, e incluso plantean su generalización al ámbito macroeconómico.

Vid., Lerner, E., Carleton, W.T. Op.cit., págs. 72-80 y 189-191.

(41) Ibid.,pág. 301.

No compartimos el punto de vista de J.P. Shelton de que el modelo de Carleton implica que la eficiencia marginal del capital decrece a una tasa constante, ya que si por tal eficiencia se entiende la rentabilidad marginal de la inversión neta, dicha afirmación no es correcta, como acaba de verse. En todo caso, la verdadera eficiencia marginal del capital vendra dada por λ_t , cuya expresión ha sido explicada en el texto.

Vease el comentario de J. P. Shelton al modelo de Carleton en : Journal of Finance, Vol XXV, nº2, mayo, 1970, págs. 317-319.

(42) Ibid., págs. 306-307.

(43) Esto es, la expresión [44'] siempre se cumplirá a nivel de igualdad.

(44) Vid. Nota (30).

(45) Observese que este resultado descansa en el

simple y mero hecho de que $\frac{\partial b}{\partial A_t}$ y $\frac{\partial b}{\partial I_t}$ sean

iguales a una misma constante en todo instanta

te del tiempo.

(46) Esto es lo que se deduce del empleo de la fórm

mula de valoración de Modigliani Miller. Vid.

Carleton, W.T. Op. cit., págs. 298-299.

(47) Ibid., pás. 304

El supuesto de una relación de endeudamiento

considerada como objetivo para la fecha del -

horizonte, le permite a Carleton definir las

características de la tasa de crecimiento g .

(48) Ibid., págs. 304-305.

(49) Este es el camino seguido por Carleton, que fórmula su modelo en términos de dividendos totales y luego se apoya en la fórmula de - valoración de Modigliani y Miller para trans- formarlo en un modelo lineal. Ibid., págs.299-300.

Nosotros no hemos seguido esta vía, por no - prejuzgar los términos de nuestro análisis y conservarlo al nivel más general posible.