

# La importancia del nivel de servicio en la modelización de un sistema de distribución física mediante la dinámica de sistemas

CARLOS JAVIER RODRÍGUEZ RAD<sup>1</sup>  
Universidad de Sevilla

## RESUMEN

*En este trabajo se presenta el resultado de utilizar la dinámica de sistemas para desarrollar un modelo de un sistema de distribución física, en el que se señala la importancia de la inclusión del nivel de servicio para conocer y comprender el funcionamiento del sistema. Se expone y explica el diagrama causal que refleja el comportamiento del sistema de distribución física, se detalla el significado de cada una de las variables que lo integran y se comentan las relaciones de influencia que se producen entre ellas.*

**Palabras clave:** Distribución física, nivel de servicio, dinámica de sistemas, modelización.

## 1. INTRODUCCIÓN

Actualmente uno de los objetivos principales de cualquier empresa es conseguir la satisfacción de los clientes para mantener, o aumentar si es posible, su cuota de mercado gracias a la lealtad de los clientes a la empresa. El grado en el que los clientes están satisfechos determina si éstos hacen compras adicionales y recomiendan la empresa y sus productos a otros consumidores (Kahl, 1995). Además, mantener al cliente es de 4 a 20 veces más barato que conquistar un nuevo cliente (Alet, 1997).

<sup>1</sup> Departamento de Administración de Empresas y Comercialización e Investigación de Mercados (Marketing), Facultad de Ciencias de la Información, Universidad de Sevilla. C/ Gonzalo de Bilbao 7, C.P. 41003. Tlf. 95 448 60 71 ; fax 95 448 60 85. Dirección electrónica: crodr@cica.es

En la mayoría de las empresas la principal arma competitiva para conseguir la satisfacción de los clientes y garantizar su fidelidad es el marketing-mix, y a menudo se pasa por alto la contribución de la distribución física tanto a la satisfacción y actitud del cliente como a la cuota de mercado de la empresa (Innis y LaLonde, 1994). Estos autores afirman que la mejor forma de alcanzar una ventaja competitiva en el mercado es adoptar un enfoque integrador entre servicio al cliente y marketing, ya que los atributos de la distribución física colaboran, al igual que el resto de las variables de marketing en la satisfacción del cliente, en consecuencia, en su intención de recompra. En esta misma línea, Sterling y Lambert (1987) coinciden en señalar que para conseguir alcanzar ventajas competitivas del servicio del cliente, es necesario establecer los niveles de servicio como parte de la estrategia de marketing global de la empresa, y critican que gran parte de las investigaciones referentes al servicio al cliente se han concentrado en definir y medir la importancia de servicio del cliente de forma aislada de los otros componentes de la mezcla del marketing.

Aunque en gran número de ocasiones la distribución física y el marketing persiguen objetivos contrapuestos (Scott, 1989; Johnson, 1998; Minahan, 1997), desde los inicios de este último decenio se ha generalizado la conciencia de que el marketing y, la logística en general, y la distribución física en particular, han de trabajar de forma coordinada (Murphy y Daley, 1994; Andel, 1998, Sterling y Lambert, 1987; Copacino, 1994).

Las prestaciones de la distribución física, junto a los servicios que de ella se derivan, ganan terreno como factor determinante de compra frente a otras variables como el precio, la calidad o las prestaciones de venta (Lambert y Sharma, 1990 Ballou, 1992; Brandín Lorenzo, 1992). Es evidente que hoy, la distribución física está convirtiéndose en un factor estratégico crítico para la mayoría de las compañías. Durante la última década ha habido un aumento dramático en las expectativas de los consumidores y un aumento consecuente en la competencia basada en el nivel de servicio, ahora los consumidores ven la calidad alta y un buen precio como características normales (Nye, 1998).

Ya a principios de la década Lancioni y Kyj (1989) señalaban que el servicio del cliente estaba surgiendo como una arma estratégica viable, particularmente cuando se neutralizan las variables tradicionales del marketing-mix. Las empresas pueden, sin embargo, conseguir un impacto positivo en la satisfacción del cliente proporcionando servicios de distribución física excelentes. Además, no es fácil copiar niveles altos de servicios de la distribución física, por lo que pueden usarse para desarrollar con éxito una ventaja competitiva sostenible. Proporcionar un servicio de distribución física superior ha sido usado por un gran número de empresas para desarrollar una ventaja estratégica (Shapiro, R.D., 1984). Estas ventajas competitivas, derivadas de una buena gestión del sistema de distribución física, pueden ser la clave del éxito de la empresa y las desventajas competitivas del fracaso.

Por otra parte, en la satisfacción del cliente juega un papel predominante la distancia que existe entre el nivel de servicio prometido y el nivel de servicio realmente prestado (Anderson, 1973). Marr (1990) reconoce también que es importante conocer lo que el cliente necesita, e incluso llega a afirmar que diseñar un buen nivel de servicio merece tanta atención como el diseño del propio producto.

Sharman (1985) indicaba que un sistema de distribución física ineficientemente dirigido puede generar multitud de problemas, pero no existe ningún enfoque o solución válido para todas las empresas, por lo que el reto que tienen ante sí los directivos, es pues comprender las, a menudo contradictorias, exigencias que se le hacen a cada sistema y decidir si la mejor respuesta es hacer más eficaz el sistema actual, reequilibrarlo, o volverlo a diseñar de nuevo.

Pero no basta con diseñar una buena estrategia de distribución física ya que en algunas empresas existe una gran diferencia entre la planificación y el funcionamiento de la distribución física. En muchas de ellas la planificación parece ser correcta pero su ejecución suele ser débil (Tyndall, 1990).

Es cierto que la importancia estratégica de la distribución física está aumentando firmemente y las compañías necesitan apoyarse en sistemas de distribución física eficaces para lograr ventajas competitivas (Korpela y Tuominen, 1996).

Tradicionalmente, la estrategia de la distribución física más común, era la reducción de costes (Lekashman y Stolle, 1965), pero ahora las estrategias más importantes persiguen un nivel apropiado de servicio al cliente. Generalmente, al aumentar el nivel de servicio, los costes también lo harán, por consiguiente, una buena estrategia de servicio al cliente será aquella que alcance el mejor nivel de servicio con un nivel financiero viable (Tinley, 1987).

Existen numerosos estudios que supeditan el servicio al cliente únicamente a las variables de la distribución física (Perreault y Russ, 1974; Stephenson y Willet, 1969), nosotros compartimos las aseveraciones de Wills, Cheese y Rushton (1990), que sugieren que la distribución física sea considerada como un sistema total, con varias actividades involucradas, pero desde una visión integradora, ya que la distribución es una variable del marketing que involucra mucho más que la distribución física. La dirección debe desarrollar una política de distribución que asegure un buen nivel de servicio al cliente acorde con los requisitos y las capacidades de la empresa, para ello es aconsejable lograr un equilibrio coste-beneficio satisfactorio.

## 2. OBJETIVOS

El análisis de cualquier sistema se puede orientar sobre la estructura, el funcionamiento y la evolución del mismo, y son estos tres aspectos fundamentales los que vamos a estudiar del sistema de distribución física a través de la dinámica de sistemas. Y todo ello con el fin de que el conocimiento obtenido permita a ciertos responsables de la conducción, la administración, la dirección o la gestión del sistema, actuar sobre él (Ortigueira Bouzada, 1993)

Nuestro objetivo es el de crear un modelo teórico que recoja las variables que integran un sistema de distribución física y refleje las relaciones que se producen entre ellas, de tal forma que se puedan medir los efectos que la alteración en los valores de cualquier variable tienen sobre el funcionamiento del sistema, y se pueda conocer en que medida ha afectado dicha variación al resto de las variables que lo integran.

La utilidad de este modelo es conocer el nivel de costes que se alcanza con un determinado servicio ofrecido a los clientes y el efecto que tendrían sobre los costes las posibles modificaciones que se pretendan realizar en el sistema con el fin de mejorar el nivel de servicio ofrecido. Es por ello que haremos especial hincapié en las variables relativas a los costes imputables al sistema de distribución física y a las variables relacionadas con el nivel de servicio.

Es cierto que la dinámica de sistemas ya ha sido utilizada en algunos aspectos relacionados con la logística y la distribución comercial, pero aún no se ha abordado de forma precisa el funcionamiento del sistema global de distribución física desde una orientación al marketing, contemplando los efectos sobre los costes, el nivel de servicio recibido por los clientes, y analizando la importancia de la misma en la satisfacción del cliente y en la competitividad de la empresa, siendo ambas variables determinantes en el proceso de decisión de compra de los clientes.

Forrester, J. W. (1972) analizaba con gran acierto los problemas relativos a la gestión de inventarios, en un modelo que se ha convertido en clásico y es la base de multitud de ejemplos clarificadores sobre la potencial utilidad de la dinámica de sistemas.

Trespalacios Gutierrez, J. A. (1986) trataba la distribución comercial, no como fenómeno logístico, sino desde una perspectiva de marketing, e incluye en su modelo los efectos de otras variables de marketing, como la publicidad, la promoción de ventas o la actitud de los intermediarios hacia la marca.

Lógicamente otros autores han incluido en sus modelos algunas variables de distribución física cuando abordaban el funcionamiento de una empresa (Morecroft, 1986; Milling, 1996; García Rodríguez, 1997).

Con respecto a nuestro principal objetivo, coincidimos con el profesor Ortigueira Bouzada (1993), que es inviable intentar construir un modelo con la capacidad de reflejar, con total exactitud, la realidad a la que pretenden representar, pero sí podemos intentar crear un modelo que refleje comportamientos similares ante los mismos estímulos, y esa es la filosofía con la que pretendemos abordar nuestro trabajo de investigación.

De este objetivo se derivan otros de carácter secundario que pueden concretarse en:

1. El modelo debe reflejar el efecto que tiene la calidad de funcionamiento del sistema de distribución física sobre la satisfacción del cliente y, en consecuencia, sobre la demanda.

Sabemos que no existe un sistema logístico capaz de hacer que todo funcione bien, hay que llegar a una solución de compromiso entre los diversos objetivos deseables (Shapiro, 1985), por ello nuestro modelo debe permitirnos apreciar cual de los sistemas de distribución física potenciales se adapta mejor a las necesidades de la empresa procurando la mejor combinación entre nivel de servicio ofrecido y costes generados por el sistema de distribución física.

2. El modelo debe permitir conocer el efecto que las posibles variaciones en la demanda, generadas tanto por factores endógenos como exógenos, tendrán sobre el funcionamiento y posible adaptación del sistema a dichos cambios.

Nuestro modelo deberá permitir simular los efectos que las variaciones en la demanda producen sobre el funcionamiento del modelo, y en especial las secuelas que se generan sobre costes de la distribución física y la consecución del nivel de servicio ofrecido a los clientes. Con ello pretendemos conocer la flexibilidad y capacidad de adaptación del sistema de distribución física, y poder decidir que estructura del sistema de distribución física se adecua mejor a los objetivos y estrategias de la empresa.

3. El modelo debe poderse adaptar a la realidad de las empresas, para garantizar su utilidad práctica.

4. El modelo ha de admitir realizar simulaciones para comprobar los efectos de las diferentes políticas viables y de las distintas estrategias posibles.

Con la cautela que ha de derivarse de que cada sistema tiene su o sus propios modelos, extraeremos conclusiones y realizaremos recomendaciones sobre el sistema de distribución física.

### 3. METODOLOGÍA: LA DINÁMICA DE SISTEMAS

La dinámica de sistemas es un método para el estudio del comportamiento de sistemas mediante la construcción de un modelo de simulación informática que ponga de manifiesto las relaciones entre la estructura del sistema y su comportamiento (Aracil y Gordillo, 1997).

Es cierto que existen numerosos métodos, tanto heurísticos como de optimización que pueden usarse para facilitar la gestión del sistema de distribución física. La mayoría de los mismos se centran en el funcionamiento de un único subsistema, casi siempre orientándose hacia un único objetivo, e ignoran los efectos de las variables ajenas al sistema. La concepción de las organizaciones como sistemas nos obliga a utilizar metodologías desarrolladas desde un enfoque sistémico global o integrador, que nos permite una representación más cercana a la realidad. Es por ello que consideramos que la dinámica de sistemas es el mejor método para alcanzar los objetivos que nos planteamos.

También encontramos algunos puntos fuertes del uso de la simulación en su sentido más amplio: a veces es imposible estudiar el sistema real porque faltan datos que no se pueden conseguir, otras veces, aunque dispongamos de la información suficiente, sería muy costoso y arriesgado trabajar con ella, del mismo modo, nos permite experimentar los resultados que se obtendrían al cambiar una determinada situación o cualquier variable del sistema. Mediante la simulación se ponen de manifiesto posibles soluciones que podrían pasar desapercibidas (Parra Guerrero, 1996).

Una vez destacadas las ventajas de la dinámica de sistemas frente a otras alternativas vamos a justificar la elección de la dinámica de sistemas como la metodología más adecuada para alcanzar los objetivos que nos ocupan.

En la década de los cincuenta, Jay W. Forrester (1961) aplicó la dinámica de sistemas al ámbito industrial; unos años más tarde Richardson y Pugh (1981) plantean la dinámica de sistemas como una metodología diseñada para entender problemas de gran complejidad y por tanto puede hacerse extensible a toda realidad y a todo tipo de organización. Según estos autores, los problemas analizados a través de la dinámica de sistemas presentan, al menos, dos características en común. En primer lugar, se trata de problemas dinámicos, en el sentido de que incluyen cantidades que varían a lo largo del tiempo. Una segunda característica común a estos problemas hace referencia a la existencia de retroalimentación o feed-back en los mismos.

El comportamiento de los sistemas complejos, como el que nos ocupa, puede ser explicado mediante bucles de retroalimentación, que pueden definirse como estructuras de circuito cerrado que reflejan relaciones causa-efecto entre variables y reflejarán las relaciones de influencia entre un conjunto de elementos. Puede afirmarse que existe retroalimentación cuando el medio o situación en que se encuentra el sistema de lugar a una decisión cuyo resultado es una acción que a su vez influye en dicho medio y, por tanto, en las decisiones futuras (Forrester, 1968).

Los bucles de retroalimentación pueden ser de dos tipos: positivos y negativos (Richardson y Pugh, 1981). Los bucles positivos o reforzadores se caracterizan por generar un crecimiento o decrecimiento (según el signo del efecto inicial) exponencial del sistema, es decir, la actividad produce cambios en las condiciones del mismo que dan lugar a niveles aún mayores o menores, respectivamente, de actividad. A diferencia de los anteriores, los bucles negativos buscan ajustar el sistema a fin de alcanzar una meta predeterminada que puede ser tanto explícita como implícita. En consecuencia, estos bucles de retroalimentación, también denominados compensadores o estabilizadores, son los que provocan la tendencia al equilibrio y explican la resistencia al cambio y a las perturbaciones que encontramos en los sistemas sociales (Dominguez Machuca, 1990).

Las interrelaciones que se producen entre los bucles de retroalimentación, explican los efectos que sobre una variable tienen las alteraciones de otras, que aparentemente no tenían por qué afectarle. Además podemos comprobar que algunas relaciones se ponen de manifiesto con ciertos retrasos. La existencia de estas demoras implica que los efectos de las decisiones no se reflejen de forma inmediata sino paulatinamente, a lo largo del tiempo (Forrester 1961; Senge 1993), y por tanto el decisor puede estar adoptando medidas erróneas como consecuencia de una información incompleta debida al desconocimiento que las acciones tendrán sobre el comportamiento global del sistema.

Estos retrasos también dificultan la detección de relaciones causa-efecto ya que, en ocasiones, el efecto de una decisión se manifiesta en el largo plazo.

Otro efecto provocado por la multiplicidad de bucles de retroalimentación es la aparición de efectos contraintuitivos, es decir, acciones obvias producen consecuencias no obvias. Este hecho es debido a que nuestra intuición suele basarse en relaciones causa-efecto unidireccionales y próximas en el tiempo y en el espacio, lo cual, dada la estructura realimentada de los sistemas complejos y los fenómenos de inercia y retraso derivados de la misma, no tiene porqué ser ciertos (Dominguez Machuca, 1990). Debemos, por tanto, decantarnos por la no linealidad de las variables.

La dinámica de sistemas también nos permite profundizar en dos propiedades muy características de los sistemas complejos: la sinergia, es decir, en la existencia de propiedades del sistema no explicables por la suma de sus elementos; y la homeóstasis, como implicación de la tendencia al mantenimiento del estado de equilibrio y por tanto la resistencia al cambio.

No debemos olvidar que para concluir con éxito cualquier modelo es imprescindible la participación del cliente en su elaboración, pues los individuos que pertenecen al sistema poseen los modelos men-

tales que se quiere modelizar, los cuales es necesario extraer e integrar de forma lógica y comprobable (Vennix y Gubbels 1992; Eden 1994; Homer 1996).

GRÁFICO I  
Creación de un modelo de dinámica de sistemas



En definitiva, podemos concretar que la modelización mediante la dinámica de sistemas constituye un método avanzado para poner a la disposición del decisor una útil herramienta que le ayude a elegir una opción basándose en las consecuencias previsibles de poner en práctica cada alternativa.

Las fases de construcción de un modelo mediante la dinámica de sistemas son (Aracil y Gordillo, 1997): Conceptualización, que consiste en la adopción de una perspectiva y en el esbozo de una comprensión de un cierto fenómeno del mundo real; Formulación del modelo, trata de la representación de los elementos intuitivos elaborados en la fase de conceptualización por medio de un lenguaje formal; y Evaluación del modelo, consistente en un análisis del mismo, así como su sometimiento a varios criterios de aceptabilidad.

Estas tres fases son en teoría secuenciales, pero no se pasa de una forma única y progresiva por las tres fases indicadas, sino que se puede ir de una fase a otra, sin ningún orden especial, cuantas veces sea necesario.

#### 4. DESARROLLO METODOLÓGICO: ELABORACIÓN DEL MODELO DE DISTRIBUCIÓN FÍSICA

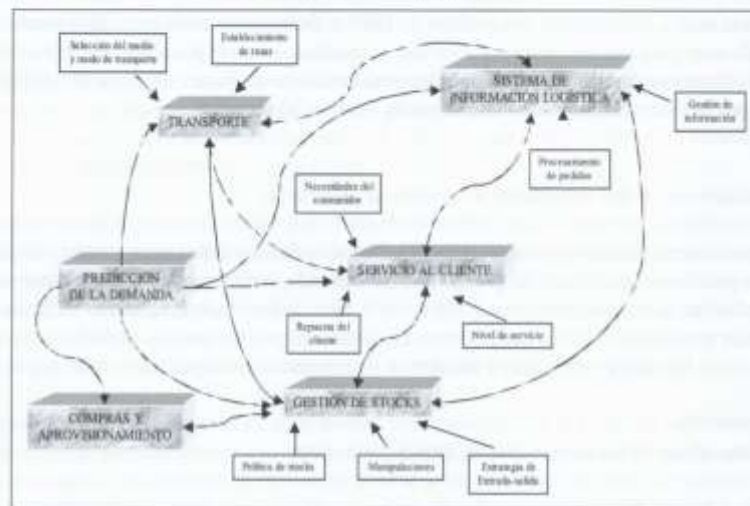
En este epígrafe definiremos el sistema teórico de distribución física y marcaremos los límites del mismo, posteriormente desarrollaremos y explicaremos el diagrama causal o de influencias. Para ello comenzaremos por presentar el significado de las variables que lo integran, proseguiremos exponiendo las relaciones de influencia que existen entre estas variables, con lo que estaremos en condiciones de mostrar los bucles de retroalimentación que surgen de las conexiones entre las variables y configuran el diagrama causal.

##### 4.1. Descripción del sistema a modelar

Desde una óptica amplia, un modelo puede concebirse como "una representación mental o física de un fenómeno o sistema real, a través de un lenguaje verbal, mímico, concreto, abstracto o mixtos" (Ortigueira Bouzada, 1993).

El primer paso para la elaboración del modelo consiste en plantear el problema que se desea resolver. Es conveniente que el problema sea especificado en términos de un comportamiento no deseado de un sistema (Wolstenholme, 1992). Sabemos que el principal problema con el que se enfrentan los gestores de la distribución física es el lograr el correcto equilibrio entre los objetivos contrapuestos de minimización de costes y mejora del nivel de servicio que ofrecerán a sus clientes.

GRÁFICO 2  
El sistema de distribución física



Ballou (1991) presenta una lista global de las actividades empresariales que forman parte de la distribución física y las divide en actividades clave y actividades de soporte, e incluye algunas decisiones asociadas a cada actividad. En las actividades claves incluye: a) servicio al cliente, que implica la determinación de las necesidades y deseos de los clientes en relación al servicio de la distribución física, la evaluación de la respuesta del cliente al nivel de servicio que ha recibido, y el establecimiento del nivel de servicio que va a ofrecer la empresa; b) transporte; c) gestión de inventarios; y d) procesamiento de pedidos. En las de soporte encuadra: a) almacenamiento; b) manejo de mercancías; c) compras; d) empaquetado y e) gestión de la información

En nuestro sistema teórico de distribución física vamos a incluir las actividades clave y las de soporte que consideramos más importantes. En concreto abarcaremos las actividades de transporte, almacenamiento, aprovisionamiento, gestión de existencias, gestión de pedidos y nivel de servicio.

El sistema de distribución física que pretendemos modelizar es el de una empresa de fabricación que comercializa un único producto y lo distribuye directamente.

#### 4.1.1. Planteamiento de las actividades de transporte

La empresa transporta directamente los productos hasta su lugar de destino y para ello dispone de una flota propia de vehículos de características similares. La empresa tendrá que elegir el tamaño de su flota de vehículos, aunque podrá adquirir nuevas unidades si las previsiones indican que con la capacidad actual no se podrán alcanzar los objetivos de nivel de servicio establecidos. En el caso que la flota de vehículos sea excesiva y el grado de utilización de los vehículos sea reducido, podrá vender cuantos vehículos crea necesarios, lo que naturalmente provocará un efecto reductor en los costes, aunque se incrementará el riesgo de no poder transportar los pedidos.

#### *4.1.2. Planteamiento de las actividades de almacenamiento*

La empresa dispone de su propio almacén, que tiene una capacidad limitada. Puede optar por una capacidad de almacenamiento superior que supondrá un incremento en los costes, o menor se implicará la reducción de estos.

#### *4.1.3. Planteamiento de las actividades de aprovisionamiento*

La empresa recibe directamente sus pedidos de fábrica. Se supone que la capacidad productiva instalada es suficiente para atender cualquier volumen de producción, en el plazo que se fije para ello. Esta restricción la hacemos para eliminar los posibles problemas que pudieran surgir de la ineficiencia del subsistema productivo y centrarnos en el sistema de distribución física.

#### *4.1.4. Planteamiento de las actividades de gestión de existencias*

La empresa intentará mantener un nivel de existencias suficiente para poder atender sus pedidos y realizará sus pedidos en función de las previsiones de demanda. Intentamos aplicar a la empresa la filosofía Pull, es decir, la distribución física actúa sobre la base de los requerimientos de la demanda y no del subsistema productivo. Las existencias se verán afectadas por los pedidos servidos a los clientes, las devoluciones, las roturas y mermas y los ajustes de inventario tanto positivos como negativos.

#### *4.1.5. Planteamiento de las actividades de gestión de pedidos*

La empresa tratará de servir los pedidos según las condiciones que haya establecido en el nivel de servicio ofrecido a sus clientes. Si no puede atender un pedido en las condiciones prometidas, lo intentará servir cuanto antes.

#### *4.1.6. Nivel de servicio y satisfacción del cliente*

Los clientes juegan un doble papel en nuestro sistema. Por un lado se analiza la fidelidad de los mismos, que será mayor cuanto mayor sea el nivel de servicio relativo ofrecido, entendiendo por tal la diferencia entre el nivel de servicio ofrecido por la empresa y el prometido por los competidores. Por otro lado se mide el efecto de la transmisión de información boca-oreja que será positivo o negativo dependiendo de la distancia entre las expectativas y el nivel de servicio recibido.

Existen numerosos estudios que han intentado identificar la importancia relativa de los distintos elementos que constituyen el nivel de servicio, Perrault y Russ, (1976); Gilmour, P. (1982); Tucker, F. G. (1983); y Sterling, J. U. y Lambert, D. M. (1987, 1989).

Un servicio de distribución física óptimo, en todas sus dimensiones sería demasiado caro, y es muy probable que se inviertan recursos en actividades que son insignificantes para los clientes. (Bowersox, 1990), por ello es muy importante que la empresa conozca cuales son realmente las expectativas de los clientes. Conocer estas expectativas es un elemento estratégico importante para ganar una ventaja competitiva sostenible (Marr, 1987, y Kyj and Kyj, 1989).

Es necesario distinguir entre el nivel de servicio conseguido y el nivel de servicio ofrecido, que es el prometido a sus clientes, y para fijarlo la empresa debe conocer su propio nivel de servicio y el de la competencia.

La satisfacción de los clientes con el funcionamiento del sistema de distribución física viene expresado por la diferencia entre el nivel de servicio ofrecido, que determina las expectativas de los mismos,



y el nivel de servicio conseguido, que es el resultado de la buena o incorrecta gestión del sistema de distribución física. Una escasa satisfacción del cliente reduce la fidelidad del cliente y reduce la posibilidad de realizar nuevas compras (Swan y Oliver, 1989). Somos conscientes que el cliente no se marca las expectativas basadas únicamente en el nivel de servicio, también juegan un papel primordial las otras variables de la mezcla de marketing (Wagner, 1987), pero en nuestro modelo prestaremos especial dedicación a la contribución del sistema de distribución física.

Los clientes se marcan sus expectativas antes de adquirir el producto (expectativas de precompra), basadas en los mensajes de la comunicación comercial, la negociación con el vendedor y en experiencias anteriores con la empresa (Oliver y Swan, 1989).

Si las expectativas de precompra son realistas se reducirá el número de clientes potenciales que probarán el producto, en relación a los que lo harían si prometemos valores superiores a los que se pueden alcanzar, pero garantiza niveles de satisfacción más altos, lo que a largo plazo será beneficioso. Esta estrategia es, por tanto, beneficiosa a largo plazo.

El nivel de servicio puede ser mejor que el esperado, con lo que se produce la confirmación positiva, igual al esperado, generándose el resultado de indiferente, o peor al deseado con lo que se produce la confirmación negativa (Oliver y Swan, 1989). Cuanto mayor sea la confirmación positiva mayor será la satisfacción del cliente (Swan y Combs, 1976; Churchill y Surprenant, 1982). La confirmación positiva disminuye a medida que crecen las expectativas de precompra, de hecho, se alcanzó el máximo de confirmación positivo cuando las expectativas eran muy bajas (Anderson, 1973).

La empresa también puede obtener altos niveles de satisfacción de sus clientes enfatizando algunos factores de nivel de servicio que no son tan costosos e importantes como otros pero que son muy visibles para sus clientes, evidentemente esto no es posible si no se alcanza un nivel aceptable en aquellos servicios más importantes, como la fiabilidad y el plazo de entrega (Oliver y Swan, 1989). También la satisfacción del cliente puede incrementarse si se fijan los niveles de servicio de manera conjunta entre él y la empresa (Salmond y Spekman, 1991).

#### **4.2. Una visión global del comportamiento del sistema: el diagrama causal**

Una vez definido el sistema y determinado el problema que pretendemos solucionar, podemos proceder a la elaboración del diagrama de influencias, que integrará la descripción primaria de los bucles de retroalimentación y supondrá una descripción elemental del sistema que se pretende modelar.

Comenzaremos por presentar y describir el significado que tiene para nosotros cada una de las variables que integran el diagrama causal, para posteriormente incluir las relaciones de influencia, de carácter positivo y negativo, que se dan entre las distintas variables, finalizando por la presentación del diagrama causal que configuran los diferentes bucles de retroalimentación.

##### *4.2.1. Variables utilizadas en el diagrama causal*

Describimos brevemente el significado, que tienen cada una de las variables que integran el diagrama de influencias.

**APROVISIONAMIENTO:** Número de productos terminados que se solicitan a nuestro centro de aprovisionamiento y que pasarán a ser almacenados.

**APROVISIONAMIENTO DESEADO:** Número de productos terminados que deseamos solicitar a nuestro centro de aprovisionamiento.

**CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DISPONIBLE:** Indica el número de existencias que podrían ser recibidas y correctamente almacenadas, en espera de entrar a formar parte de un pedido servido a un cliente.

- CAPACIDAD DE ALMACÉN DESEADA:** Señala el valor deseado que debería tener en un instante determinado la capacidad máxima de almacén. Evidentemente esta variable no tiene por objeto garantizar la adecuación en todo momento de la capacidad de almacén a las necesidades coyunturales de cada período, sino procurar medir, mediante la minimización de las distancias, la capacidad de almacenamiento que supone el menor coste de oportunidad para la empresa, garantizando el nivel de servicio deseado.
- CAPACIDAD MÁXIMA DE ALMACÉN:** Refleja el número máximo de existencias que pueden permanecer simultáneamente en el mismo centro de almacenamiento.
- CARTERA DE PEDIDOS:** Representa el volumen de pedidos de clientes recibidos y aún no servidos.
- CLIENTES POTENCIALES:** Expresa el número máximo de clientes que podrían llegar a adquirir el producto.
- CLIENTES SATISFECHOS:** Son los clientes que han quedado satisfechos con el servicio prestado por el sistema de distribución física una vez que se les ha atendido el pedido que habían realizado.
- COMPETITIVIDAD:** Grado en que el sistema de distribución física tiene capacidad, en términos cualitativos y cuantitativos, para atender las demandas del mercado en relación al nivel de servicio ofrecido por el resto de las empresas que compiten en el sector.
- CORRECCIÓN DE EXISTENCIAS:** Variable que mide la distancia que existe entre las existencias almacenadas y las que realmente se desearía que estuvieran almacenadas. Se incluye en el diagrama causal para compensar el retraso que pudiera producirse en el aprovisionamiento.
- CORRECCIÓN DE FLOTA:** Diferencia existente entre la flota disponible en la actualidad y la realmente necesaria.
- COSTES DE ALMACENAMIENTO:** Recoge la suma de los costes imputables a las existencias que permanecen en almacén. Básicamente refleja los costes financieros asociados a las existencias, unidos a los costes variables de almacenamiento.
- COSTES DE APROVISIONAMIENTO:** Costes imputables al sistema de distribución física y que corresponden al aprovisionamiento durante el período considerado.
- COSTES DE MANTENIMIENTO:** Recoge la suma de los costes directamente imputables a la capacidad máxima de almacén disponible, independientemente del grado de ocupación de las misma.
- COSTES DE TRANSPORTES:** Costes totales imputables al subsistema de transportes de productos terminados durante el período considerado.
- CUOTA DE MERCADO:** Porcentaje de las ventas totales del producto que corresponden a la empresa.
- DEMANDA DEL MERCADO:** Número de productos adquiridos en el mercado global en el que compete la empresa.
- EXISTENCIAS DESEADAS:** Volumen deseado de productos terminados que deberían estar almacenados, para poder atender los pedidos de los clientes, según las estipulaciones de nivel de servicio ofrecido.
- EXISTENCIAS EN ALMACÉN:** Indica el número de productos terminados que se encuentran en los puntos de almacenamiento listos para entrar a formar parte de un envío a un cliente.
- FIABILIDAD EN LA ENTREGA:** Número de veces que los pedidos de los clientes son atendidos dentro del plazo de entrega establecido.
- FLOTA DESEADA:** Número de vehículos necesarios para poder atender en las condiciones de nivel de servicio ofertadas todos los pedidos de los clientes.
- FLOTA DISPONIBLE:** Número máximo de vehículos que pueden utilizarse en la actualidad para servir los pedidos a los clientes.
- FLOTA OCUPADA :** Número de vehículos que están siendo utilizados en cada período para servir los pedidos a los clientes.
- FRECUENCIA DE PEDIDOS:** Número de pedidos que realmente realiza el cliente en un período de tiempo determinado.
- FRECUENCIA OFERTADA:** Número de pedidos que se permite realizar a un cliente en un período determinado de tiempo.
- NIVEL DE SERVICIO OFRECIDO:** Variable que recoge los niveles que se ofrecen a nuestros clientes en relación a los servicios prestados por nuestro sistema de distribución física.
- NUEVA FLOTA:** Vehículos adquiridos que pasarán a formar parte de la flota disponible.
- PEDIDOS ATENDIDOS:** Pedidos de clientes que han sido servidos.
- PEDIDOS ESPERADOS:** Volumen de pedidos que se prevé se recibirán en el próximo período.

- PEDIDOS RECIBIDOS:** Pedidos efectivamente realizados por los clientes de la empresa.
- PLAZO DE ENTREGA:** Es el período de tiempo que se establece para servir un pedido desde el momento en que este se realiza.
- RETRASO EN LA ENTREGA:** Lapsos temporales que reflejan la distancia entre el plazo de entrega fijado y el tiempo realmente invertido en realizar dicha entrega.
- RIESGO DE RUPTURA:** Riesgo de no poder atender el pedido de un cliente por no disponer de suficientes existencias en almacén.
- SATISFACCIÓN DEL CLIENTE:** Variable que pretende reflejar el grado en que el sistema de distribución física cubre las expectativas del cliente. Este ítem recoge un doble efecto: por un lado refleja los efectos que, a priori, tiene para los clientes el nivel de servicio ofrecido, el cual colabora a definir sus expectativas respecto a la empresa. En segundo lugar, a posteriori, recoge las secuelas del nivel de servicio realmente recibido, que podrá ser mejor, igual o peor que el esperado.
- TAMAÑO DE PEDIDO:** Número de productos que componen un pedido
- TASA DE ENTREGA:** Proporción de pedidos servidos

#### 4.2.2. Relaciones de influencia entre las variables

Una vez definido el significado que para nosotros tiene cada una de las variables, vamos a presentar los enunciados que definen la estructura del modelo, y que serán expresados en forma de relaciones de influencia, determinándose por tanto, el diagrama causal.

Todas las relaciones se fundamentan en una de estas dos causas: unas son de carácter natural, por ejemplo, cuantos más pedidos se reciben mayor será la cartera de pedidos; otras se cimientan en los conceptos teóricos que hemos desarrollado.

*R1: El volumen de productos terminados que se encuentren en el almacén influyen en la capacidad de almacenamiento disponible.* Al ser limitada la capacidad de almacenamiento, las existencias que permanecen en almacén ocuparán un espacio que no podrá ser utilizado simultáneamente por otras existencias.

*R2: La capacidad de almacenamiento disponible influye en el aprovisionamiento deseado.* Este enunciado establece una relación positiva: a mayor capacidad de almacenamiento disponible mayor aprovisionamiento deseado, y al contrario, a menor capacidad ociosa menor aprovisionamiento deseado.

*R3: El aprovisionamiento deseado influye en el aprovisionamiento.* Esta declaración es de carácter natural: cuanto más pedidos de aprovisionamiento realicemos más aprovisionamiento recibiremos.

*R4: El aprovisionamiento influye en las existencias en almacén.* Este enunciado se trata de otra relación natural: como todas las existencias pasan inevitablemente por almacén, una vez que se hayan recibido pasan a ser almacenadas.

*R5: Las existencias en almacén influyen en la capacidad de almacén deseada.* Este enunciado establece una relación positiva: la capacidad de almacén deseada crece o disminuye en el mismo sentido que lo hacen las existencias almacenadas.

*R6: La capacidad de almacén deseada influye en la capacidad máxima de almacén.* Este enunciado establece una relación positiva que requiere una cierta matización pues parte de la hipótesis de que es posible la modificación tanto al alza como a la baja de la capacidad de almacenamiento. Este hecho es perfectamente factible cuando trabajamos en régimen de alquiler de almacén, o bien cuando se pretende determinar la cantidad de almacenamiento adecuada para el correcto funcionamiento del sistema.

*R7: La capacidad máxima de almacén influye en la capacidad de almacenamiento disponible.* Evidentemente, la capacidad de almacenamiento disponible dependerá de la capacidad máxima del almacén (West, 1991).

*R8: La capacidad máxima de almacén influye en el coste de mantenimiento.* El coste de mantenimiento refleja precisamente los costes derivados del tamaño del almacén, independientemente del nivel de ocupación del mismo, por ello, estos costes serán proporcionales al tamaño del mismo (Pau Cos, 1993).

*R9: El coste de mantenimiento influye en la capacidad de almacén deseada.* Este enunciado establece una relación negativa: a medida que crecen los costes de mantenimiento se deseará una menor capacidad de almacén.

*R10: Las existencias en almacén influyen en la corrección de existencias.* Esta expresión también refleja una relación negativa: cuantas más existencias se encuentren almacenadas menor será el aprovisionamiento deseado, y al contrario, a menor volumen de existencias almacenadas mayor será la corrección necesaria.

*R11: La corrección de existencias influye en el aprovisionamiento deseado.* Esta afirmación recoge otra relación positiva: la corrección de existencias indica la discrepancia existente entre existencias deseadas y almacenadas, y el aprovisionamiento que sirve para reducir esa discrepancia.

*R12: El aprovisionamiento influye en el coste de aprovisionamiento.* Esta sentencia recoge otra relación positiva: los costes asociados al aprovisionamiento crecen cuando lo hace el volumen de existencias que son aprovisionadas y decrecen cuando desciende el aprovisionamiento de las mismas (Pau Cos, 1993).

*R13: Las existencias en almacén influyen en el riesgo de ruptura.* Este enunciado representa una relación negativa: a medida que aumenta el volumen de existencias en almacén decrece la posibilidad de no poder atender un pedido por carecer de existencias suficientes.

*R14: El riesgo de ruptura influye en las existencias deseadas.* Este enunciado refleja una relación positiva: a medida que aumenta el riesgo de ruptura se deseará un mayor volumen de existencias en almacén, y a medida que disminuye el riesgo de no poder atender un pedido decrecerá el montante deseado de existencias (Parra Guerrero, 1996).

*R15: Las existencias deseadas influyen en la corrección de existencias.* Este enunciado recoge una relación positiva: cuanto mayor sea el volumen de existencias deseadas mayor será el aprovisionamiento deseado y, al contrario, a menor volumen de existencias deseadas menor será la corrección necesaria.

*R16: Las existencias en almacén influyen en los costes de almacenamiento.* Este enunciado también representa una relación de tipo positivo: los costes de almacenamiento crecen a medida que se eleva la cantidad de existencias almacenadas (Parra Guerrero, 1996).

*R17: Los costes de almacenamiento influyen en las existencias deseadas.* Este enunciado también representa una relación negativa: conforme aumentan los costes asociados a las existencias almacenadas decrece el montante de existencias que se deseada.

*R19: El volumen de pedidos esperados influye en la flota deseada.* Cuanto mayor sea el volumen de pedidos esperados mayor será la flota deseada, para intentar garantizar su transporte.

*R20: La flota disponible influye en la tasa de entrega.* La tasa de entrega depende de los vehículos utilizables para poder transportar los pedidos, pues estos determinan la capacidad de transporte que permite, o no, el poder atender las demandas de los clientes.

*R21: La tasa de entrega influye en la flota ocupada.* La tasa de entrega influye en el número de vehículos que están siendo usados para transportar los pedidos.

*R22: La flota ocupada influye en la flota disponible.* Este enunciado es totalmente natural: cuantos mas vehículos están ocupados menos flota queda disponible.

*R23: La nueva flota influye en la flota disponible.* Esta proposición también es natural: cuanto más vehículos se adquieran o contraten más vehículos, podrán ser empleados.

*R24: La nueva flota influye en los costes de transporte.* La adquisición de vehículos supone, vía amortización o vía inversión, un coste imputable al sistema de transporte (Pau Cos, 1993).

*R25: La flota disponible influye en los costes de transporte.* El volumen de vehículos disponibles afectará en el coste de transporte (Pau Cos, 1993).

*R26: Los costes de transporte influyen en la flota deseada.* Este enunciado recoge el efecto indeseable del coste de transporte, que a medida que crezca hará que se deseen menos vehículos.

*R27: La flota deseada influye en la corrección de flota.* Esta declaración indica que la flota deseada, en caso de no coincidir con la flota disponible, habrá de ser corregida.

*R28: La flota disponible influye en la corrección de flota.* Esta afirmación indica que la flota disponible, en caso de no coincidir con la flota deseada, habrá de ser corregida.

*R29: La corrección de flota influye en la nueva flota.* Este enunciado indica que la corrección de flota, en caso de ser necesario, obligará a la adquisición de nueva flota.

*R30: La frecuencia ofertada influye en el nivel de servicio ofrecido.* La frecuencia ofertada a los clientes para realizar sus pedidos es una de las variables que influye en el nivel de servicio ofrecido por la empresa (Gutiérrez Casas y Prida Romero, 1998).

*R31: El tamaño del pedido influye en el nivel de servicio ofrecido.* El tamaño de los pedidos afecta con signo negativo al nivel de servicio de la distribución física ofrecido a los clientes ya que estos

desearán adecuar el tamaño de sus pedidos a sus necesidades, sin tener que supeditarse a requerir un determinado volumen mínimo de existencias, lo que, sin lugar a dudas, les obligará a soportar mayores costes de almacenamiento (Gutiérrez Casas y Prida Romero, 1998).

*R32: El plazo de entrega influye en el nivel de servicio ofrecido.* Esta afirmación nos viene a indicar que, al igual que ocurría en el caso del tamaño de los pedidos, el plazo de entrega afecta con signo contrario al nivel de servicio ofrecido a los clientes, pues cuanto menor sea el período de tiempo que transcurra desde que se efectúa un pedido hasta que se reciba el mismo, mejor (Gutiérrez Casas y Prida Romero, 1998).

*R33: La frecuencia de pedidos influye en el tamaño del pedido.* Esta afirmación expresa una relación evidente, ya que cuantos más pedidos se efectúen en un mismo período de tiempo, menor habrán de ser el tamaño de los mismos.

*R34: La frecuencia de pedido influye en la satisfacción del cliente.* La frecuencia de pedido es otra de las variables que influye con carácter positivo en el nivel de servicio ofrecido a los clientes (Gutiérrez Casas y Prida Romero, 1998).

*R35: El nivel de servicio ofrecido influye en la satisfacción del cliente.* Este enunciado indica que el nivel de satisfacción de los clientes actúa en la misma dirección que el nivel de servicio de la distribución física ofrecido por la empresa (Gutiérrez Casas y Prida Romero, 1998).

*R36: El plazo de entrega influye en el retraso en la entrega.* Este enunciado expresa que a medida que se reduce el plazo de entrega, crece la probabilidad de sufrir algún tipo de retraso en la entrega, y al contrario, si se dilata el plazo de entrega se cuenta con un espacio de tiempo superior para conseguir servir el pedido dentro del período de tiempo fijado para ello.

*R37: El retraso en la entrega influye en la fiabilidad en la entrega.* Este enunciado señala que a medida que se produce algún retraso en la entrega se produce un descenso de la fiabilidad de la entrega.

*R38: La fiabilidad en la entrega influye en el nivel de servicio ofrecido.* La fiabilidad en la entrega es otra de las variables que inciden en el nivel de servicio ofrecido a los clientes, siendo esta influencia de índole positivo (Gutiérrez Casas y Prida Romero, 1998).

*R39: El retraso en la entrega influye en la satisfacción del cliente.* Este enunciado señala que a medida que se produce algún retraso en la entrega se produce un descenso de la satisfacción del cliente, al haberse incumplido lo pactado positivo (Gutiérrez Casas y Prida Romero, 1998).

*R40: La satisfacción del cliente influye en la competitividad.* Esta expresión indica que el grado de satisfacción del cliente con el funcionamiento de nuestro sistema de distribución física afecta positivamente a la competitividad de la empresa (Watson y Pitt, 1989 ; Innis y La Londe, 1994).

*R41: La competitividad influye en los pedidos recibidos.* Esta relación muestra el efecto positivo que tiene la competitividad de la empresa sobre los pedidos recibidos de los clientes (Brandín Lorenzo, 1992).

*R42: La satisfacción del cliente influye en los clientes satisfechos.* Esta sentencia de tipo natural, pues si los clientes están satisfechos con la gestión del sistema de distribución física más clientes satisfechos existirán, y si la satisfacción del cliente se reduce también disminuirá el número de clientes satisfechos.

*R43: Los clientes satisfechos influyen en los pedidos recibidos.* Esta sentencia muestra el efecto positivo que tiene sobre los pedidos recibidos el número de clientes satisfechos con nuestro sistema de distribución física, pues repetirán nuevos pedidos, y mediante el boca-oreja positivo harán que nuevos clientes realicen pedidos a la empresa (Kahl, 1995).

*R44: Los pedidos recibidos influyen en la cartera de pedidos.* Este enunciado afirma una relación lógica pues cuantos más pedidos se reciban mayor será la cartera de pedidos.

*R45: Los pedidos atendidos influyen en los clientes satisfechos.* Esta afirmación muestra el efecto positivo que tiene sobre la satisfacción del cliente el que le sea servido su pedido (Gutiérrez Casas y Prida Romero, 1998).

*R46: Los pedidos atendidos influyen en la cartera de pedidos.* Esta sentencia presenta una relación lógica: a medida que más pedidos sean atendidos menos pedidos quedarán por atender.

*R47: La cartera de pedidos influye en la tasa de entrega.* Esta relación, de carácter negativo, indica que cuanto mayor sea el volumen de pedidos pendientes de servir menor será la proporción de pedidos servidos.

*R48: La tasa de entrega influye en los pedidos atendidos.* Este enunciado recoge una influencia de tipo positivo, ya que cuanto mayor sea la tasa de entrega mayor será el número de pedidos atendidos.

R49: *La tasa de entrega influye en el retraso en la entrega.* Esta declaración muestra una influencia de índole negativa, ya que conforme aumente la tasa de entrega se reducirá el retraso en la entrega, e igual ocurre en sentido contrario, ya que una disminución en la tasa de entrega hará que sean más probables los retrasos al servir los pedidos.

R50: *Los pedidos atendidos influyen en el coste de pedidos.* Este enunciado refleja la relación evidente que supone que el coste de servir los pedidos será mayor cuantos más pedidos sean atendidos (Pau Cos, 1993).

R51: *El retraso en la entrega influye en el coste del retraso.* Esta relación positiva es evidente, ya que cuanto mayor sea el número de pedidos que se sirven con retraso mayor será el coste imputable a los mismos.

R52: *La frecuencia ofertada influye en la frecuencia de pedidos.* Esta afirmación, de carácter obvio, indica que los clientes aprovecharán la para adecuar la frecuencia con la que realicen sus pedidos a la frecuencia que les permita la empresa.

R53: *Los pedidos recibidos influyen en los pedidos esperados.* Este enunciado, presenta una relación de tipo positivo, pues la previsión de futuros pedidos, dependerá en cierta medida de lo pedidos que están siendo recibidos.

R54: *Los pedidos esperados influyen en el riesgo de ruptura.* Esta expresión, muestra una influencia de tipo positivo, ya que cuanto mayor sea el volumen de pedidos esperado mayor será la posibilidad de no poder atenderlo (Parra Guerrero, 1996).

R55: *La cartera de pedidos influye en los pedidos atendidos.* Esta afirmación, presenta una relación de signo positivo: cuanto mayor sea la cartera de pedidos mayor será el número de pedidos atendidos.

R56: *La cartera de pedidos influye en el riesgo de ruptura.* Este enunciado, presenta una conexión de índole positiva y obvia: cuantos mayor sea la cartera de pedidos mayor será la probabilidad de no poder atenderlos en las condiciones ofertadas (Parra Guerrero, 1996).

R57: *Los clientes potenciales influyen en la demanda del mercado.* Esta declaración recoge una conexión positiva: la demanda del mercado depende del número de clientes potenciales.

R58: *La demanda del mercado influye en los pedidos recibidos.* Esta sentencia presenta una relación de dependencia de condición positiva ya que los pedidos recibidos por la empresa dependerán de la demanda global del mercado en el que se compete.

R59: *La demanda del mercado influye en la cuota de mercado.* Esta relación es de tipo negativo, pues la demanda del mercado actúa como denominador en el cálculo de la cuota de mercado, y en consecuencia sus variaciones tendrán efectos contrarios.

R60: *Los pedidos recibidos influyen en la cuota de mercado.* Esta relación es exactamente la contraria a la anterior "R59", pues los pedidos recibidos son el numerador en la fórmula que determina la cuota de mercado.

R61: *La cuota de mercado influye en los pedidos esperados.* Este enunciado plantea una conexión positiva pues la cuota de mercado es un buen indicador de los pedidos esperados.

R62: *Las existencias en almacén influyen en la tasa de entrega.* Esta afirmación muestra la relación positiva que existe entre las existencias disponibles en almacén y la posibilidad de atender los pedidos.

R63: *Los pedidos atendidos influyen en las existencias en almacén.* Esta declaración refleja una conexión negativa: A medida que los pedidos sean atendidos se reducirán las existencias que permanecen almacenadas.

R64: *Las existencias en almacén influyen en el plazo de entrega.* Esta relación señala otra vinculación negativa, pues cuanto mayor sea el volumen de existencias disponibles en el almacén más corto podrá fijarse el plazo de entrega de los pedidos.

R65: *La flota disponible influye en el plazo de entrega.* Esta aserción apunta otra dependencia negativa: cuanto mayor sea la flota disponible, podrá fijarse un plazo de entrega menor.

R66: *Las existencias en almacén influyen en la frecuencia ofertada.* Este enunciado plantea un nexo positivo, ya que un mayor volumen de existencias en almacén permitirá ofrecer a los clientes una mayor frecuencia de pedidos.

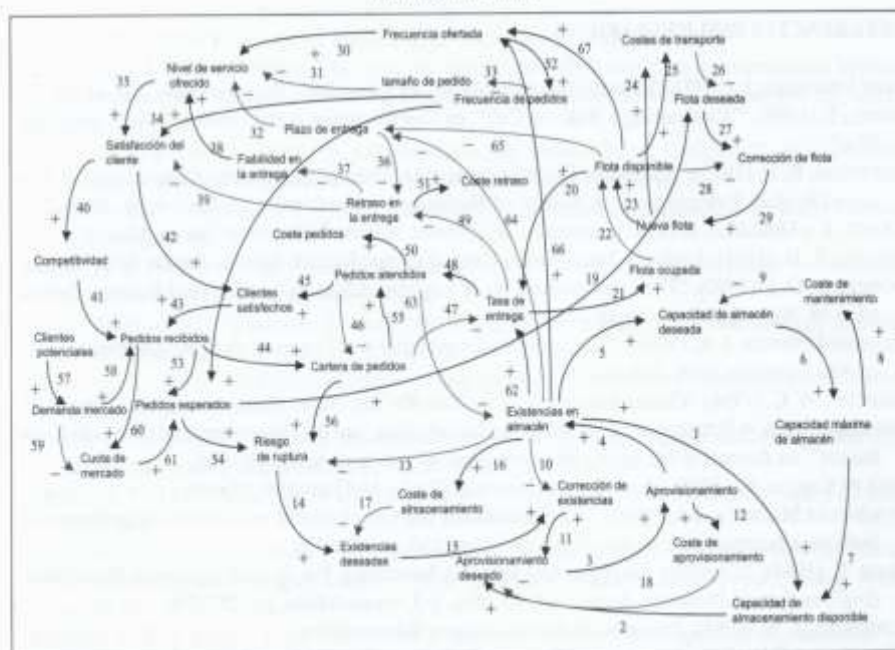
R67: *La flota disponible influye en la frecuencia ofertada.* Este enunciado plantea una relación positiva similar a la anterior: Cuanto mayor sea la flota disponible mayor podrá ser la frecuencia ofrecida a los clientes.

R68: *La frecuencia de pedidos influye en los pedidos esperados.* Esta afirmación expresa una relación evidente, ya que si el cliente puede realizar sus pedidos con mayor frecuencia, realizará un mayor número de pedidos.

## 4.2.3. El diagrama causal

El diagrama causal del sistema de distribución física contiene las variables que hemos expuesto y las relaciones que se producen entre ellas, representadas por flechas que unen las variables e indican el sentido de la influencia. Estas flechas vienen acompañadas de un número, que se corresponde con el orden en que se han explicado las relaciones, y un signo que expresa el carácter positivo o negativo de la influencia, que integrará la descripción primaria de los bucles de retroalimentación y supondrá una descripción elemental del sistema que se pretende modelar.

GRÁFICO 3  
El diagrama causal



Una vez definido el diagrama causal, es necesario trasladarlo a un modelo matemático compuesto por una serie de ecuaciones, cuya misión es plasmar, de forma sintética, el funcionamiento real del sistema objeto de análisis. Gracias a este modelo matemático, se podrá simular el comportamiento del modelo ante distintas decisiones aplicadas, lo que permitirá observar las distintas interacciones entre las variables, así como las respuestas que se llevarán a cabo, desde ciertas áreas del sistema, cuando éstas se vean afectadas por las decisiones adoptadas en otras áreas (Alvarez Castaño, 1997).

Por último es necesario la evaluación del modelo, consistente en un análisis del mismo, así como su sometimiento a varios criterios de aceptabilidad, es preciso medir la sensibilidad del modelo básico ante la posible variación de las distintas variables.

## 5. CONCLUSIONES

En un trabajo que pretende incluirse en el área de modelización en marketing la primera conclusión ha de ser necesariamente relativa a la idoneidad del método utilizado, por ello concluimos que la dinámica de sistemas es una metodología adecuada para el análisis de las posibles políticas aplicables a un sistema de distribución física y para la medición del impacto de las mismas sobre los costes y el nivel de servicio conseguido.

Es decir, es posible crear un modelo teórico que recoja las variables que integran un sistema de distribución física y refleje las relaciones que se producen entre ellas, de tal forma que se puedan medir los efectos que la alteración en los valores de cualquier variable tienen sobre el funcionamiento del sistema, y se pueda conocer en qué medida ha afectado dicha variación al resto de las variables que lo integran.

Es posible gestionar la distribución física desde una orientación al marketing, analizando la importancia de la misma en la satisfacción del cliente y en la competitividad de la empresa, siendo ambas variables determinantes en el proceso de decisión de compra de los clientes y en consecuencia sobre la demanda.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALET VÍÑAGINES, J. (1997), "El Marketing Relacional", en *Dirección y Progreso*, núm. 154, pp. 18-27.
- ANDEL, T. (1998), "Warehousing's Wake-up Call", en *Transportation & Distribution*, vol. 39, junio, pp. 92-97.
- ANDERSON, R. E. (1973), "Consumer Dissatisfaction: The Effect of Disconfirmed Expectancy on Perceived Product Performance", en *Journal of Marketing Research*, núm. 10, febrero, pp. 38-44.
- ARACIL, J. y GORDILLO, F. (1997), *Dinámica de Sistemas*, Alianza Universidad Textos, Madrid.
- BALLOU, R. H. (1991), *Logística Empresarial: Control y Planificación*, Díaz de Santos, S.A., Madrid.
- BOWERSOX, D. J. (1990), "The Strategic Benefits of Logistics Alliances", en *Harvard Business Review*, núm. 68, julio-agosto, pp. 36-45.
- BRANDÍN LORENZO, J. A. (1992), "La Logística Empresarial y el Concepto de Coste Logístico Total", en *Alta Dirección*, núm. 164, pp. 100-112.
- COPACINO, W. C. (1994), "Getting Organized for the Late 90s", en *Traffic Management*, vol. 33 pp. 37-38.
- CHURCHILL, G. A. y SURPRENANT, C. (1982), "An Investigation into the Determinants of Customer Satisfaction", en *Journal of Marketing Research*, núm. 19, noviembre, pp. 491-504.
- DÍEZ DE CASTRO, E. (1997), *Distribución Comercial (2 ed.)*, McGraw-Hill, Madrid.
- DOMÍNGUEZ MACHUCA, J.A. (1990), "La Necesidad de una Óptica Global en la Dirección de Empresas: Enfoque e Instrumento", en *Alta Dirección*, núm. 150, pp. 121-129.
- EDEN, C., (1994), "Cognitive Mapping And Problem Structuring For System Dynamics Model Building", en *System Dynamics Review*, vol. 10, núm. 2-3, verano-otoño, pp. 257-276.
- FORRESTER, J. W. (1961), *Dinámica Industrial*, Ateneo, Buenos Aires.
- FORRESTER, J. W. (1968), *Principles of Systems*, Productivity Press, Portland.
- FORRESTER, J. W. (1972), *Dinámica Industrial*, Ateneo, Buenos Aires.
- FORRESTER, J. W. (1980), "Information Sources For Modeling The National Economy" en *Journal Of The American Statistics Association*, vol. 75, núm. 371, pp. 55-74.
- FORRESTER, J. W. (1997), "Políticas, Decisiones y Fuentes de Información para la Elaboración de Modelos", en *Revista Asturiana de Economía*, núm. 10, pp. 17-52. Traducción al castellano de: Forrester, J. W. (1994), "Policies, Decisions and information sources for Modeling", en John D. W. Morecroft and John D. Sterman (eds): *modeling for learning Organizations*.
- FUENTE GARCÍA, D.; DÍAZ FERNÁNDEZ, A. y PINO DÍEZ, R. (1994), "Influencia de las Técnicas de Previsión sobre la Eficiencia de los Sistemas de Gestión de Stocks", en *Revista Europea de Dirección y Economía de la Empresa*, vol. 3, núm. 2, pp. 25-46.
- GALÁN GONZÁLEZ, J. L. y MARTÍN ARMARIO, E. (1998), "Análisis de la Rentabilidad en el Sector de la Distribución en Europa", en *Revista Europea de Dirección y Economía de la Empresa*, vol. 7, núm. 1, pp. 21-32.
- GARCÍA RODRÍGUEZ, R. (1997), "Aprendizaje de la Organización, Juegos de Empresa y Dinámica de Sistemas", en *Revista Asturiana de Economía*, núm. 10, pp. 53-85.
- GILMOUR, P. y MILLER, J. G. (1980), "La Logística: su Gestión y Significado", en *Harvard-Deusto Business Review*, núm. 3, pp. 97-110.
- GILMOUR, P. (1982), "Customer Service: Differentiating by Market Segment", en *New Horizons*, pp. 37-44.
- GUTIÉRREZ CASAS, G. y PRIDA ROMERO, B. (1998), *Logística y Distribución Física*, McGraw-Hill, Madrid.



- HOMER, J.B. (1996), "Why We Iterate: Scientific Modeling In Theory And Practice", en *System Dynamics Review*, vol. 12, núm. 1, primavera, pp. 1-19.
- INNIS, D. E. y LA LONDE, B. J. (1994), "Modelling the Effects of Customer Service Performance On Purchase Intentions In the Channel", en *Journal of Marketing Theory & Practice*, vol. 2, pp. 45-60
- INNIS, D. E. y LA LONDE, B. J. (1994), "Customer service: The Key to Customer Satisfaction, Customer Loyalty, and Market Share", en *Journal of Business Logistics*, vol. 15, pp. 1-27
- JOHNSON, J. L. (1998), "Face to face with Robert Hutchinson", en *Discount Merchandiser*, vol. 38, diciembre, pp. 10-11.
- KAHL, J. JR. (1995), "The Customer Satisfaction/Logistics Interface", en *Journal of Business Logistics*, vol. 16, núm. 2, pp. 1-18.
- KORPELA, J. y TUOMINEN, M. (1996), "A Decision Aid in Warehouse Site Selection", en *International Journal of Production Economics*, vol. 45, agosto, pp. 169-180.
- KOTLER, Ph. (1995), *Dirección de Marketing*. (8ª ed.). Prentice Hall, Madrid.
- KYI, L. S. y KYI, M. J. (1989), "Customer Service: Product Differentiation in International Markets", en *International Journal of Physical Distribution and Material Management*, vol. 19, núm. 1, pp. 30-38.
- LANCIONI, R. y KYI, M. (1989), "Is a Global Customer Service Policy Desirable?", en *International Journal of Physical Distribution & Materials Management*, vol. 19, pp.10-13.
- LEKASHMAN, R. y STOLLE, J. F. (1965), *The total cost approach to distribution*, Business Horizons, núm. 8, pp. 33-46.
- MARR, N. E. (1987), "Understanding Customer Service for Increased Competitiveness", en *International Marketing Review*, otoño, pp. 45-53
- MARR, N. E. (1990), "Customer Services Off the Peg or Tailor Made?", en *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, vol.20, pp. 6-9.
- MÉNDEZ, J.L. (1995), "Una Aproximación a la Logística", en *Distribución y consumo*, octubre-noviembre, pp. 10-24.
- MILLING, P. M. (1996), "Modeling Innovation Processes for Decision Support and Management Simulation", en *System Dynamics Review*, vol. 12, núm. 3, pp. 211-234
- MINAHAN, T. (1997), "Are Buyers Gumming up the Supply Chain?", en *Purchasing*, vol. 122, enero, pp. 79-80.
- MORECROFT, J. D. W. (1986), "The Dynamics of Fledgling High-Tecnology Growth Market: Understanding and Managing Growth Cycles", en *System Dynamics Review*, vol. 2, núm.1, verano, pp. 36-61
- MURPHY, P. R. y DALEY, J. M. (1994), "A Framework for Applying Logistical Segmentation", en *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, vol. 24, pp. 13-19.
- NYE, S. (1998), "Value-added Technology for Logistics", en *Logistics Focus*, vol. 6, julio-agosto, pp. 2-6.
- OLIVER, R. L. y SWAN, J. E. (1989), "Consumer Perceptions of Interpersonal Equity and Satisfaction in Transactions: A Field Study Approach", en *Journal of Marketing*, vol. 53, abril, pp. 21-35.
- ORTIGUEIRA BOUZADA, M. (1984), *La Corporación Cibernética*, CEMCI, Granada.
- ORTIGUEIRA BOUZADA, M. (1993), *La Implantación de la Contabilidad Financiera en la Administración de la Xunta de Galicia*, Xunta de Galicia. Consellería de Economía e Facenda, Santiago de Compostela.
- PARRA GUERRERO, F. (1993), *Gestión de Stocks*, Esic, Madrid.
- PAU COS, J. (1993), *Manual de Logística para la Distribución Comercial*, Ibergráficas S.A., Madrid.
- PERRAULT, W. D. y RUSS, F. A. (1976), "Physical Distribution Service in Industrial Purchase Decisions", en *Journal of Marketing*, núm. 40, abril, p. 8, en Ballou (1991), op. cit.
- RICHARDSON, G. P. y PUGH, A. L. (1981), *Introduction to System Dynamics Modeling with DYNAMO*, Productivity Press, Portland.
- SALMOND, D. y SPEKMAN, R. (1991), "A Strategic Approach to Managing Buyer-Seller Relationships", en *European Journal of Marketing*, núm. 25, pp. 22-37
- SCOTT, D. (1989), "Marketing, Logistics and Inventory", en *International Journal of Physical Distribution & Materials Management*, vol. 19, pp. 26-30
- SENGE, P. M. (1993), *La Quinta Disciplina. El arte y la práctica de la organización abierta al aprendizaje*, Juan Granica, S.A., Barcelona.

- SHAPIRO, R. D. (1984), "Get Leverage from Logistics", en *Harvard Business Review*, núm. 62, mayo-junio, pp. 119-126.
- SORET DE LOS SANTOS, I. (1994), *Logística Comercial y Empresarial*, Esic, Madrid.
- STERLING, J. U. y LAMBERT, D. M. (1987), "Establishing Customer Service Strategies Within the Marketing Mix", en *Journal of Business Logistics* vol. 8, núm. 1, pp. 1-30.
- STERLING, J. U. y LAMBERT, D. M. (1989), "Customer Service Research, Past, Present and Future", en *International Journal of Physical Distribution and Materials Management*, vol. 19, núm. 2, pp. 1-23.
- STERN, L. W.; EL-ANSARY, A. I., COUGHLAN, A. T. y CRUZ ROCHE, I. (1998), *Canales de Comercialización*, 5ª ed., Prentice Hall, Madrid.
- SWAN, J. E. y OLIVER, R. L. (1989) "Postpurchase Communication by Consumers", en *Journal of Retailing*, núm. 65, verano, pp. 516-533.
- TRESPALACIOS GUTIÉRREZ, J. A. (1986), "Análisis de un Sistema de Distribución Comercial Mediante Simulación", en *Esic Market*, enero-marzo, núm. 86, pp. 133-145.
- TUCKER, F. G. (1983), "Creative Customer Service Management", en *International Journal of Physical Distribution and Materials Management*, vol. 13, núm. 3, pp. 34-50.
- TYNDALL, G. (1990), "Time-Based Management in Keeping with Customer Needs", en *Marketing News*, vol. 24, agosto, p. 9.
- VENNIX, J. A. y GUBBELS, J. W. (1992), "Knowledge Elicitation in Conceptual Model Building: A case Study in Modeling a Regional Dutch Health Care", en *System European Journal of Operational Research*, núm. 59, pp. 85-101.
- WAGNER, W. B. (1987), "Customer Service in Industrial Marketing: Hedge Against Competition", en *European Journal of Marketing*, vol. 21, núm. 7, pp. 7-17.
- WEST, A. (1991), *Gestión de la Distribución Física*, Díaz de Santos, Madrid.
- WILLS, G.; KENNEDY, S. H; CHEESE, J. y RUSHTON, A. (1990), "Maximizing Market Effectiveness: Place Decisions", *Management Decision*, vol. 28, pp. 70-85.
- WOLSTENHOLME, E. F. (1992), "The Definition and application of a Stepwise Approach to model Conceptualisation and Analysis", en *European Journal of Operational Research*, núm. 59, pp. 123-136.

