

EL IMPACTO DE INTERNET EN LAS OPERACIONES: DEL MRP A LOS *MARKETPLACES*

*Enrique de la Puerta González-Quevedo**

Para explorar el impacto de Internet en las operaciones es imprescindible entender el entorno operativo y de gestión al que va a afectar. En este artículo se propone el análisis de Internet como un medio en que se desarrolla la actividad económica, que desbloquea tendencias que ya estaban presentes en la dinámica de las organizaciones y del entorno económico, y que hace posible otras nuevas. En la primera parte, se estudian las transformaciones del marco organizativo y de gestión de las operaciones en los últimos veinte años. En la segunda, se realiza una caracterización de la naturaleza de Internet desde el punto de vista de las operaciones, para las que Internet surge como una vía de superación de limitaciones, a la vez que plantea nuevas posibilidades.

Palabras clave: *economía de la empresa, redes de comunicaciones, innovación tecnológica, tecnología informática, gestión de operaciones, organización de la empresa, Internet.*

Clasificación JEL: *M11, M21, O31, O33.*

1. El entorno operativo y de gestión anterior a la llegada de Internet

Hacia finales de los años setenta y principios de los ochenta, en el contexto de la salida de las crisis petrolíferas y de la irrupción en escena de Japón como competidor a nivel internacional, se inicia una larga transición desde un entorno marcado por los siguientes factores:

- ciclos de producto largos;
- mercados homogéneos o poco segmentados;
- fronteras sectoriales bien definidas;
- altas tasas de crecimiento;

– predominio de los mercados nacionales o regionales (en el sentido de regiones internacionales) como escenario geográfico de concurrencia.

Evolucionándose hacia un entorno caracterizado por:

- acortamiento creciente de los ciclos de producto (alto ritmo de innovación);
- mercados crecientemente segmentados;
- fronteras sectoriales difuminadas;
- tasas de crecimiento más reducidas;
- progresivo desarrollo de los mercados globales.

Como consecuencia de esta evolución, el entorno de las empresas se caracteriza por:

- creciente competitividad, derivada del desarrollo de la globalización;

* Instituto de Empresa.

– creciente incertidumbre, derivada de la interdependencia entre los agentes económicos en un escenario de concurrencia global y de la entrada de nuevos competidores desde otros sectores de actividad;

– creciente complejidad operativa¹, derivada de unos mercados de productos cada vez más segmentados y de la progresiva desintegración vertical.

Las empresas dependen cada vez más de inputs especializados y, progresivamente, se van replegando sobre lo que consideran sus *core competences*. Externalizan el resto que no pueden abarcar, bien por el ritmo de cambio técnico, bien por la complejidad de gestión derivada de la segmentación de los mercados y del acortamiento de los ciclos.

La respuesta a los factores de incertidumbre y de complejidad del entorno, impulsada por el aumento de la competitividad, plantea a las empresas el desarrollo de dos capacidades competitivas críticas desde el punto de vista de las operaciones:

- la flexibilidad²;
- la capacidad de coordinación e integración³.

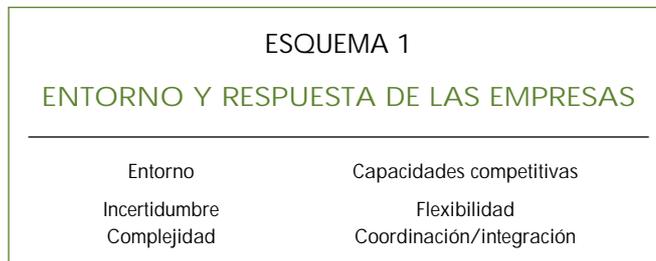
Frente a la incertidumbre, se requiere flexibilidad o capacidad de adaptación; frente a la complejidad, se requiere análisis, especialización y el correlato de ésta última, que es la capacidad de coordinación e integración.

Este cambio de escenario competitivo (resumido en el Esquema 1) da lugar al surgimiento de un conjunto de enfoques de gestión que han transformado el entorno operativo de las empresas más avanzadas en las últimas décadas.

¹ Entendemos por *complejidad operativa*, la coexistencia de alta variedad (diversidad), interdependencia y simultaneidad (o restricción de tiempo). La complejidad operativa se reduce, aumenta actuando sobre el número de variables que convergen en el tiempo y que son interdependientes. Esto puede hacerse mediante la *standarización* (reducción de la variedad) o bien mediante la introducción de holguras de tiempo, tratando cada una de las variables de forma secuencial y eliminando así la convergencia de múltiples variables en el tiempo. El proceso se simplifica al tratar menos variables simultáneamente.

² Entendemos por *flexibilidad* la capacidad de adaptarse a los cambios imprevistos (no anticipables), manteniendo, o no empeorando significativamente, los parámetros de coste, calidad y velocidad de respuesta

³ Por *coordinación e integración* se entiende la capacidad de operar de forma coherente en términos de ritmos temporales, secuencia operativa y objetivos, de distintas unidades operativas.



Materials Requirement Planning (MRP)

En los años setenta⁴, frente a una demanda con alto grado de incertidumbre y procesos productivos complejos con gran variedad de producto y componentes, en buena parte suministrados por proveedores (desintegración vertical), planificar y coordinar la producción para satisfacer la demanda se hace una tarea cada vez más imposible. Tener una determinada cantidad de producto terminado para cubrir una demanda prevista en cantidad y variedad significa dotarse de *stocks* de seguridad para hacer frente a las desviaciones sobre dicha previsión. Con el aumento de la segmentación de los mercados y la demanda de variedad, el servir a los mercados comienza a ser un reto. Sin embargo, el problema se agrava si consideramos la cadena de acontecimientos que se sucede cuando esa demanda de producto terminado se transforma en demanda de componentes (que multiplican la variedad en relación al producto terminado) a las etapas anteriores del proceso y a los proveedores, que a su vez requieren sus propios inputs hasta llegar a las materias primas y componentes que se demandan a proveedores. Cada etapa del proceso incorpora la incertidumbre de la anterior, ya que el «pedido» incorpora el correspondiente *stock* de seguridad para hacer frente a las variaciones de la demanda y de los plazos de entrega, y la multiplica, puesto que aumenta la variedad de *items* y el tiempo que debe anticiparse la demanda. Se produ-

⁴ Una de las obras pioneras con gran impacto en la difusión de MRP es ORLICKY, J. (1975): *Materials Requirement Planning*, Nueva York, McGraw-Hill.

ce así un fenómeno de bola de nieve que desemboca en un altísimo nivel de *stocks*. A lo largo de todo el proceso se producen frecuentes rupturas de *stocks* que dan lugar a retrasos e incumplimiento de plazos. Todo ello conlleva un fuerte coste de mantenimiento de *stocks* en términos financieros, de calidad y de obsolescencia.

La primera reacción ante este problema es el uso de las tecnologías de la información (en adelante, TI) para tratar de ganar en coordinación interna y reducir la incertidumbre interna. El desarrollo de la tecnologías de la información y de los métodos de planificación convergen en el *software* MRP. Mediante una descomposición jerarquizada de los componentes y materiales necesarios y una buena documentación de los plazos necesarios de fabricación y entrega, es posible «traducir» la previsión de la demanda final, incorporada en un plan maestro de producción, en un plan anticipado para cada etapa del proceso, incluidos los pedidos a los proveedores. El plan detalla qué cantidades, de qué referencia y en qué fecha serán necesarias. El resultado es la eliminación de la incertidumbre y con ella todos los *stocks* de seguridad «en curso» con origen en la incertidumbre de la demanda.

El MRP es el uso de las TI para integrar la información de las previsiones de ventas, el plan de producción y las necesidades de materiales. En esencia, la corriente que va desde el MRP hasta los ERP de los noventa, lo que hace es aumentar las posibilidades de la planificación en entornos cada vez más complejos mediante el uso de las TI. Con ello, como todo plan, pretende aislar a la organización de la incertidumbre del entorno sustituyendo, en el interior de la organización, la incertidumbre por certeza. Se elimina así la materialización de la incertidumbre en las organizaciones, que son los *stocks* de seguridad, las holguras en los plazos o el exceso de capacidad. Por otro lado, el uso de las TI y su capacidad y velocidad de procesamiento de información permiten un más rápido procesamiento de la información originada por los cambios del entorno y la capacidad de reacción unificada, mediante la coordinación e integración de organizaciones complejas. En el Esquema 2 se sintetizan las principales ventajas de este sistema. Posteriormente, en los

ESQUEMA 2

MANUFACTURING RESOURCES PLANNING (MRP)

El MRP aumenta la capacidad de coordinación

La contribución de la corriente que inicia el MRP es la de mejorar el control de la complejidad interna de las organizaciones mediante el aumento de la capacidad de coordinación e integración, y aumentar la velocidad de reacción en entornos inestables dentro de los límites de los sistemas en los que se implanta.

años ochenta el concepto de MRP se amplía de la planificación de materiales a la de recursos humanos, equipamiento, etcétera, dando lugar al *Manufacturing Resources Planning o MRP II*⁵.

La esencia de la filosofía de gestión que subyace al MRP es la coordinación de la complejidad interna de la empresa. En la medida en que dicha coordinación se logra, apoyada en la velocidad y capacidad de procesamiento de las TI, la eficiencia y la capacidad de reacción de la empresa mejoran considerablemente.

Sin embargo sus posibilidades están limitadas por la rigidez y complejidad de los procesos que tienen que coordinar y por la fiabilidad de los datos que incorpora el sistema. En definitiva, por la incertidumbre del entorno y la complejidad del sistema, los dos factores que pretende controlar. Este es uno de los elementos que subyace al fenómeno conocido como la «paradoja de la productividad» en el que se detecta cómo no se producen grandes aumentos de productividad asociados a fuertes inversiones en TI.

El MRP no transforma el sistema productivo y su lógica, por lo que en ausencia de otros cambios seguirá siendo rígido si quiere ser eficiente, complejo si quiere dar cuenta de la variedad, e ineficiente si quiere ser flexible. Es lo que se ha conocido

⁵ En los años noventa el concepto se amplía a las funciones financieras, de recursos humanos y otras, abarcando la completa integración de la información de la empresa en lo que se ha denominado *Enterprise Resource Planning*. Sin embargo, el concepto de ERP surge en paralelo al de BPR y ambos acaban adquiriendo su mayor potencialidad, uno de la mano del otro, como veremos más adelante.

como el «dilema de la productividad»⁶. Por un lado, las organizaciones de producción en masa se orientan al cumplimiento del plan y a la producción de series largas, obligadas por la necesidad de explotar las economías de escala del sistema de producción heredado. Por otro lado, las organizaciones innovadoras o que buscan la variedad y la personalización deben soportar mayores niveles de ineficiencia. Con series largas de producción y largos plazos de entrega, que cubren períodos largos de demanda, la consecuencia es que el horizonte de planificación del sistema se alarga. Se alarga tanto como la necesidad de anticipar la demanda, que viene determinada por el plazo de entrega más largo de los proveedores o el tiempo de producción interno más largo. El MRP se encuentra así preso de las propias variables que debe superar: la incertidumbre y la complejidad. Por encima de ciertos límites, ambas juegan en contra del mantenimiento⁷ de una base de datos fiable, elemento esencial para que el MRP sea viable. Así, paradójicamente, el MRP se muestra más eficaz en entornos relativamente estables y no demasiado complejos.

Just-in-time (JIT)

Muy poco tiempo después⁸, impulsada por la competencia japonesa, comienza la difusión, especialmente en EE UU, del enfoque JIT de las operaciones. En lugar de afrontar el problema de coordinar un entorno productivo complejo mediante la anticipación del cambio en un horizonte largo y el uso de las TI,

como en el caso del MRP, se trata en síntesis de transformar el sistema productivo para crear las condiciones de la flexibilidad:

- simplificar para poder coordinar;
- orientación al flujo y al cliente y gestión por procesos (proceso integrado) para aumentar la velocidad de reacción;
- reducir el tiempo y el coste de preparación de las actividades y, con ello, el coste del cambio para reducir así el horizonte de planificación y reducir el coste de la variedad.

Para simplificar, el enfoque JIT busca la estandarización de todas las tareas, procedimientos y herramientas, y procura realizar la coordinación e integración en el nivel más bajo posible. Lo que puede integrarse a un nivel inferior no debe hacerse a uno superior. Una expresión de este principio es la producción en células o familias tecnológicas, que agrupa una gran variedad de piezas por procesos similares, creando así pequeñas unidades de integración o «minifábricas» que luego se coordinan entre sí. El efecto conjunto es una gran simplificación que agiliza la producción y aumenta la flexibilidad ante los cambios.

Uno de los aspectos esenciales del enfoque JIT es que se orienta al flujo, al producto, en lugar de orientarse a la función. Esta orientación implica que en todas las unidades operativas a todos los niveles se tiene una orientación al cliente, sea éste interno (la siguiente etapa) o externo. Esta orientación al flujo implica que en lugar de la anticipación de la demanda (el plan) es la demanda la que gobierna el proceso productivo. La capacidad de reacción, sincronizada e integrada, de todas las unidades es condición necesaria para que sea posible el conocido principio JIT de que sólo se produce lo que demanda mi cliente inmediato y cuando lo demanda *just-in-time*. Se sustituyen los colchones de seguridad en forma de *stocks* que anticipan la demanda, por las condiciones que permiten aumentar la velocidad de reacción a la demanda. Para ello es crítico que los tiempos de flujo de materiales a lo largo del proceso se reduzcan al mínimo. La consecuencia de la orientación al flujo del JIT es que sitúa a la logística como mecanismo de integración de flujos de materiales y de información en un lugar crítico del sistema y lo sitúa en las fronteras de la empresa, ya que disponer de las materias primas y

⁶ ABERNATHY W. J. (1978): *The Productivity Dilemma: Roadblock to Innovation in the Automobile Industry*. Baltimore, Johns Hopkins University Press.

⁷ Cuanto más largo sea el horizonte de planificación que impone la rigidez del sistema productivo, menos fiable será la información en que se apoya el plan. Cuanto más frecuentemente sea necesario modificar el plan para ajustarlo a nuevas previsiones de demanda y cuanto más dependa la actualización y mantenimiento de la base de datos de procesos no automatizados, existirá más probabilidad de error y menos fiable será la base de datos.

⁸ La obra emblemática para la difusión del enfoque JIT es publicada por Taiichi Ohno en 1978. OHNO, T. (1978): *Toyota Production System – Beyond Management of Large Scale Production*. Tokio, Diamond Publishing Co., Ltd.

componentes necesarios en el momento en que se necesitan y en la cantidad justa, es un requisito básico del sistema.

Para reducir el coste y tiempo del cambio se busca la reducción de los tiempos de *set-up* o preparación y puesta a punto de los equipos. De este modo al reducir el coste fijo de cada serie se hace posible orientar la producción a series cortas sin perder economías de escala. Esto significa que, a igualdad de demanda, es menor el tiempo que hay que anticipar la cantidad demandada. De esta forma se reduce el horizonte de planificación y, por tanto, la incertidumbre. En lugar de descansar en la anticipación y planificación como el MRP, JIT lo hace en la velocidad de respuesta basada en la producción de series cortas, lo que se consigue mediante la reducción de los costes fijos de preparación y puesta a punto para cada serie.

Curiosamente el efecto de la simplificación disminuye la necesidad del uso de un complejo *software* y hace mucho más fiable su uso. Por este motivo, la efectividad del uso del MRP en entornos dinámicos aumenta cuando se utiliza como instrumento de planificación (no de producción) en un entorno JIT. Se combina así la capacidad del MRP para descomponer un producto complejo a gran velocidad y la flexibilidad del JIT para producir lo que se necesita en cada momento «justo a tiempo». Se emplea como herramienta de planificación anticipando las necesidades de cada una de las unidades productivas simples, en especial los recursos de capacidad como equipos y mano de obra. Las principales ventajas de este método aparecen resumidas en el Esquema 3.

Junto a los avances de gestión, durante la década de los ochenta avanza progresivamente la penetración de las tecnologías de la información en la producción a través de los sistemas CAD (*Computer Added Design*) y CAM (*Computer Added Manufacturing*). Estos sistemas contribuyen a mejorar la eficiencia y flexibilidad de las operaciones, reduciendo el coste del cambio y de la variedad tanto estática (variedad de gama), como dinámica (ritmo de introducción de nuevos productos). Sin embargo, como se pone de manifiesto en Jaikumar (1986), la efectividad de la tecnología y los equipamientos depende del uso que se haga de ellos y, por tanto, del contexto de gestión en el que se introducen. Así, numerosas empre-

ESQUEMA 3

JUST-IN-TIME

El JIT aumenta la flexibilidad del sistema productivo

El enfoque JIT transforma el sistema productivo: 1) simplificándolo al integrar las funciones del proceso al nivel las unidades básicas; 2) orientando estas unidades a las necesidades de su cliente inmediato, poniendo el esfuerzo en la sincronización y fluidez del proceso; 3) aumentando la velocidad de respuesta y reduciendo con ello el horizonte de planificación.

sas americanas, en los primeros años ochenta, no supieron capitalizar las posibilidades de las nuevas tecnologías de producción, orientándolas a la reducción de los costes unitarios directos de fabricación y diseño, obviando sus posibilidades de flexibilidad para reducir el coste del cambio y con él, paradójicamente, el coste total del proceso.

Logística integrada

Como hemos visto, el enfoque JIT sitúa a la logística en el centro del sistema y pone de manifiesto la necesidad de un enfoque integrado que contemple los flujos de materiales e información no en compartimentos estancos (logística de entrada —compras—, logística interna —producción—, logística de salida —marketing/ventas—) sino como un todo orientado al cliente, en el que el servicio al consumidor final será tan bueno como el eslabón más débil de la cadena. El proceso logístico debe tener un solo dueño y no tres o más, y optimizarse gestionando un solo proceso *end to end*, desde el pedido a la entrega, integrando a los proveedores en el mismo, para obtener los mejores resultados.

La introducción y difusión del código de barras, el desarrollo de las comunicaciones, en especial los sistemas EDI (*Electronic Data Interchange*) y la amplia penetración de las TI, en especial la tecnología de bases de datos, potencian enormemente la logística integrada como arma competitiva a finales de los ochenta. No obstante, el coste de los nuevos sistemas restringe

su difusión a las grandes empresas cuyos volúmenes de transacción pueden amortizar dichas inversiones.

2. La ampliación del ámbito de las operaciones: hacia una perspectiva dinámica y de integración externa

A finales de los ochenta y primera mitad de los noventa, las operaciones caminan hacia un enfoque cada vez más integrado no sólo en el sentido de los flujos de información y materiales en la cadena logística, como hemos visto, sino en la integración de los procesos de fabricación y de desarrollo de producto y de proceso. El proceso de innovación no sólo se integra con la función de marketing, cosa que ya venía sucediendo desde la primera mitad de los años ochenta, sino que se integra con fabricación, presionada por la necesidad de reducir los ciclos de desarrollo y el *Time to Market* de forma eficiente. Los conceptos de DTC (*Design to Cost*) y sobre todo DTM (*Design to Manufacturing*) empiezan a formar parte de las reglas de diseño de cada vez mayor número de empresas. Si la logística integrada situaba el ámbito de las operaciones en la frontera externa de la empresa, la integración de desarrollo de producto/proceso y fabricación confiere a las operaciones un perspectiva dinámica donde la flexibilidad es crítica no sólo para responder al mercado a partir de los procesos existentes, como hemos visto en JIT (flexibilidad a corto plazo), sino para desarrollar y absorber nuevos productos y procesos de forma eficiente⁹ (flexibilidad a largo plazo). El desarrollo de producto y proceso es una de las formas más importantes de adaptación a los cambios del entorno que tienen las empresas (Bowen *et alia*, 1994; Olhager, 1993; Brown y Eisenhardt, 1997). En el desarrollo se toman las decisiones que anticipan la forma de competir de la empresa.

El proceso descrito a lo largo de los años setenta y ochenta ha expandido el ámbito de las operaciones, aumentando el

grado de integración interna y externa. El núcleo de operaciones pasa de la función de producción a la integración de producción, logística y desarrollo de producto y proceso, como hemos visto. Con esta tendencia avanza una de las tendencias clave para superar los grandes factores que condicionan la gestión de las operaciones, la incertidumbre y la complejidad junto al tiempo o velocidad de respuesta: la integración del conocimiento en las operaciones. La capacidad de analizar y comprender el entorno, de elaborar respuestas y de tomar decisiones integra progresivamente elementos que antes estaban presididos por la separación entre pensar y hacer. Esta tendencia ya avanza, con el enfoque JIT respecto a las decisiones de corto plazo, y se consolida con decisiones de largo plazo y de carácter estratégico. Al integrar el desarrollo de producto/proceso se anticipan decisiones sobre qué tipo de cliente queremos servir y qué necesidades (posicionamiento), que se traducen en prestaciones del producto/servicio. Desde el punto de vista de las operaciones, lo que hay que destacar es que el concepto del producto o servicio debe integrar la dimensión comercial (cliente), la dimensión técnica producto/proceso (ingeniería) y la dimensión operativa, cómo gestionar su producción y cómo entregarlo, lo que implica el sistema operativo. La necesidad de dar respuesta cada vez más frecuente y en plazos cortos a un entorno cada vez más imprevisible y complejo implica la necesidad de situar el conocimiento en los niveles operativos allí donde se está en contacto directo con el entorno, tanto comercial como tecnológico u operativo.

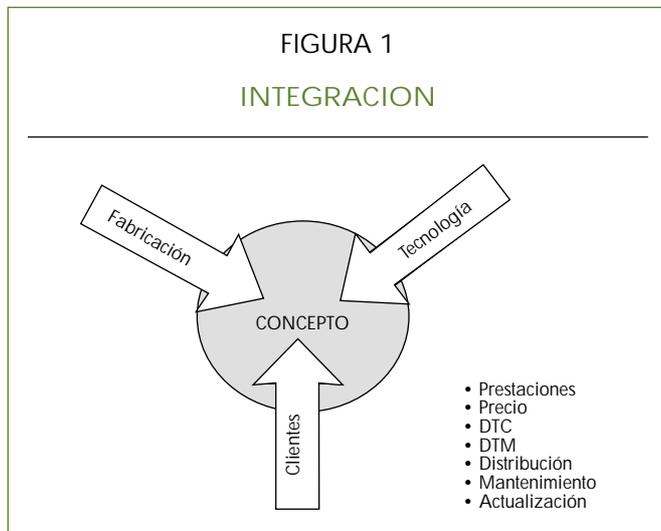
Supply Chain Management (SCM)

La ampliación del ámbito de las operaciones hacia la logística integrada y el desarrollo de producto/proceso crea las condiciones para avanzar en el grado de integración más allá de las fronteras de la empresa y dar respuesta al creciente grado de complejidad e incertidumbre del entorno (Figura 1).

Como indicábamos al comenzar este artículo, la creciente complejidad de los productos y servicios y la presión de la

⁹ La perspectiva dinámica sitúa el conocimiento y el proceso de aprendizaje en un lugar central.

FIGURA 1
INTEGRACION



competencia, junto a un entorno cada vez más dinámico, impulsan la tendencia hacia la desintegración vertical y la externalización de actividades, buscando la concentración en lo que mejor saben hacer, «zapatero a tus zapatos». Ejemplos se pueden encontrar en empresas tan diferentes como Ford en el automóvil, Nike en calzado deportivo o Cisco en telecomunicaciones.

En este contexto de evolución de las operaciones y del entorno externo surge *Supply Chain Management* (SCM) como enfoque de gestión que busca hacer compatible la especialización de cada una de las unidades de la red con la integración de éstas para optimizar los resultados para el cliente. Lograr este objetivo supone ir más allá de los flujos de materiales e información en el ámbito de la logística para contemplar los procesos que dan origen a esos flujos. De lo contrario, poniendo un ejemplo convencional, la optimización de *stocks* de un fabricante exigiendo entregas JIT a sus proveedores supondría, simplemente, el traslado de *stocks* a éstos. Naturalmente, esto supone un enorme riesgo para ese fabricante de incumplimiento de plazos y de problemas de calidad en las entregas, que pone de manifiesto que una cadena es tan débil como el eslabón más débil de la misma. Es necesario, por tanto, integrar los procesos. Hacer esto supone contemplar la cadena de suministros como un todo desde las materias pri-

más hasta más allá de la entrega del producto al cliente final, incluyendo el servicio postventa.

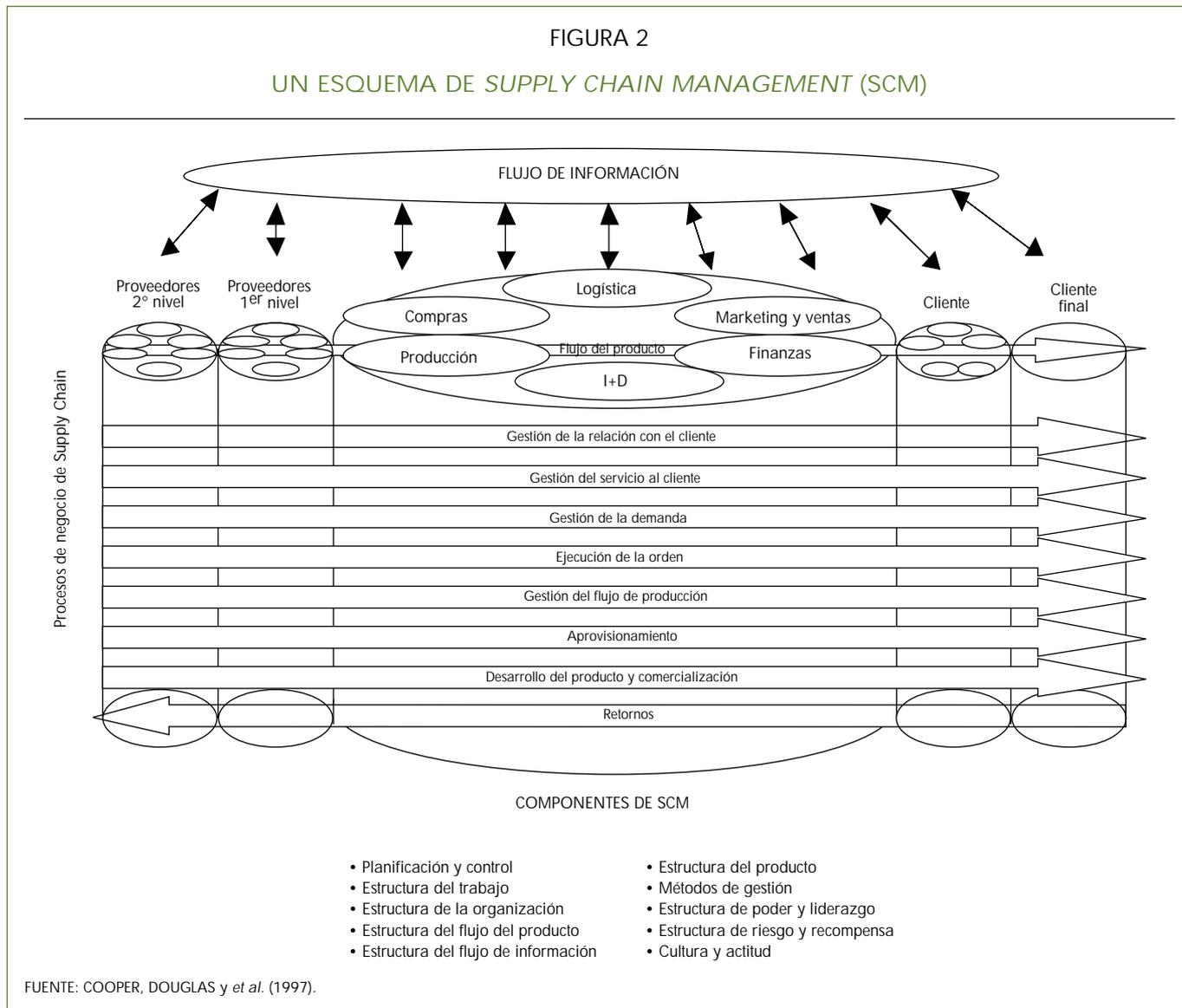
Por otro lado, SCM contempla más allá de un enfoque de transacción entre sus integrantes, un enfoque de relación tanto con el cliente final, como en el interior de la cadena. Entendemos por transacción aquella relación puntual (no se repite de forma previsible) y simple (normalmente se reduce a una variable, el precio) entre dos agentes, mientras que la relación implica continuidad en el tiempo y complejidad del proceso de comunicación entre las partes. Una relación implica un conocimiento mutuo entre las partes basado en un proceso de comunicación interactivo.

Pasar de un enfoque de transacción a un enfoque de relación implica contemplar un conjunto de procesos más allá del proceso logístico. *Supply Chain Management* implica la integración de los procesos básicos de la empresa que atraviesan todas las funciones de la empresa. Los procesos básicos que contempla la SCM son: gestión de la relación con el cliente, gestión del servicio al cliente, gestión de la demanda, cumplimiento y ejecución de la orden de compra, gestión del flujo de producción, aprovisionamiento, desarrollo de producto y comercialización y devoluciones.

Dependiendo de la estrategia competitiva de la empresa para cada segmento de mercado, se integrarán unos procesos u otros. El nivel y tipo de integración es algo que forma parte del diseño de la *Supply Chain*. Esta, por lo tanto, va más allá del esfuerzo de integración horizontal con clientes y proveedores para contemplar la cadena como un todo, desde el diseño de los productos y procesos, pasando por la planificación de dichos procesos y terminando en la ejecución integrada de éstos. Podemos distinguir tres niveles de gestión en una perspectiva temporal: diseño, planificación, ejecución.

Sin embargo, el enfoque de *Supply Chain Management*, a la vez que supera determinados problemas, plantea otros nuevos. Si por un lado tiende a descentralizar externalizando actividades, este movimiento implica a su vez la necesidad de integración entre empresas.

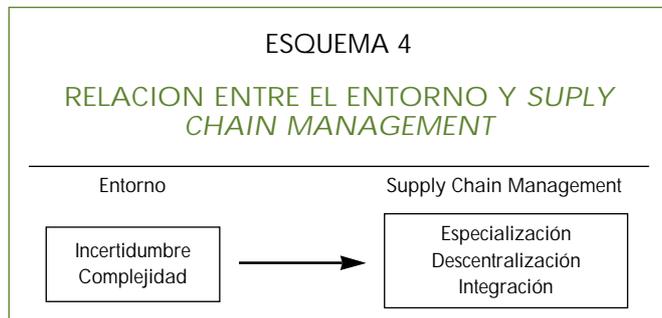
FIGURA 2
UN ESQUEMA DE SUPPLY CHAIN MANAGEMENT (SCM)



Para que la integración externa sea posible, es necesario reducir el número de proveedores para hacer factible una relación más compleja y estable con éstos. Esta relación se basa en sistemas de comunicación e información costosos como EDI y los ERP que no están al alcance de las pequeñas empresas, limitando así el alcance de la descentralización e integración que se puede alcanzar. La Figura 2 sintetiza todo el proceso.

Enterprise Resource Planning (ERP) y Business Process Reengineering (BPR)

Los años noventa son testigo de dos movimientos en el ámbito de los sistemas que van más allá del ámbito de las operaciones: la reingeniería de procesos, y el desarrollo y difusión de los ERP, paquetes de *software* que permiten integrar todo los sistemas de información de la empresa en una sola plataforma (Esquema 4).



La reingeniería surge al inicio de los años noventa como una necesidad de hacer las grandes corporaciones más flexibles y reducir los costes de una pesada estructura jerárquica.

El concepto de reingeniería se apoya básicamente en la orientación a los procesos horizontales, en contraposición a la orientación jerárquico-funcional. La orientación a los procesos ya estaba presente, como hemos visto, en la filosofía JIT y también lo estaba en la gestión total de la calidad TQM y la mejora continua, pero ahora se orienta al proceso de negocio como unidad de análisis a cuestionar y redefinir, y se apoya fuertemente en las TI. Aunque no se pueda afirmar que la reingeniería nazca como una evolución del JIT, sí que podemos decir que, al menos parcialmente, el enfoque de la reingeniería de procesos de negocio BPR representa la orientación al flujo y al cliente que hemos visto en JIT, ahora más allá de las fronteras del proceso de producción.

Por su parte, aunque con un ligero desfase en el tiempo, los ERP tienen por objetivo la integración de los sistemas de la empresa para permitir una respuesta ágil y eficiente ante un entorno cada vez más dinámico y con más presión en costes y plazos. Su implantación siempre implica un rediseño de procesos en mayor o menor grado.

Del mismo modo que JIT y MRP, ambos movimientos, BPR y ERP, se refuerzan ya que el primero, al pasar de una orientación jerárquico funcional a una gestión por procesos en organizaciones muy planas con estructuras muy intensivas en coordinación horizontal¹⁰, requiere sistemas de información muy integrados.



Podemos decir que en los ERP el objetivo es la búsqueda de la eficiencia y reducción de costes por medio de la coordinación interna, en un entorno que demanda cada vez más flexibilidad. La flexibilidad viene, fundamentalmente, de la mano de la integración horizontal apoyada en grandes sistemas de información centralizados, con estructuras cliente servidor. Sin embargo, no es inherente a la implantación de un ERP el rediseño y la simplificación de procesos capaz de reducir radicalmente la complejidad de la organización. Más bien se trata de absorber dicha complejidad a través de los sistemas. (Ver Esquema 5).

La reingeniería supone, sin embargo, un cambio de paradigma al desplazar la visión de la empresa de la jerarquía funcional vertical a los procesos horizontales. La orientación a los procesos elimina costes de coordinación (reduce la burocracia jerárquica) y se orienta al cliente¹¹. No obstante a diferencia del JIT la reingeniería aunque busca la simplificación de procesos actúa muchas veces sobre unidades de gestión excesivamente grandes que no han hecho la integración de funciones en los niveles inferiores (descentralización) como en el caso del JIT. Con frecuencia se trata de procesos excesivamente largos. El diseño de procesos de negocio más descentralizados basados en unidades autocontenidas más simples permite una integración menos compleja y más flexible.

¹¹ Hay que hacer notar que este enfoque ya está presente en JIT, casi dos décadas antes, aunque circunscrito al ámbito de la producción y a la logística y sin necesidad de sistemas complejos de información, ya que es un sistema que se basa en mecanismos de coordinación descentralizados, al contrario que el MRP y que muchos proyectos de reingeniería y ERP.

¹⁰ MALONE y ROCKART (1991).

Las grandes limitaciones de los proyectos BPR y ERP tomados de forma aislada, es decir sin otro tipo de transformación organizativa asociada con ellos, son:

- se trata de proyectos complejos con un largo horizonte temporal;
- descansan en una fuerte inversión en TI;
- se orientan hacia adentro en el caso de los ERP y toman a la empresa aislada¹² como unidad de análisis en el caso de BPR.

La consecuencias básicas son dos:

- Orientación hacia adentro que descansa en altos niveles de complejidad pese a los avances en flexibilidad y en capacidad de integración. Quedan al margen del movimiento que va desde el JIT hasta SCM y que descansa en un proceso de descentralización orientado a redes flexibles supra-empresa.
- Proyectos de largo horizonte temporal y alto coste que se circunscriben al ámbito de las grandes empresas dejando fuera a las pequeñas y medianas empresas.

Este recorrido nos sitúa ante el escenario que va ser transformado por Internet. Sin comprender el escenario de las operaciones en el que emerge Internet, no podemos entender cuál es el impacto de Internet en las operaciones.

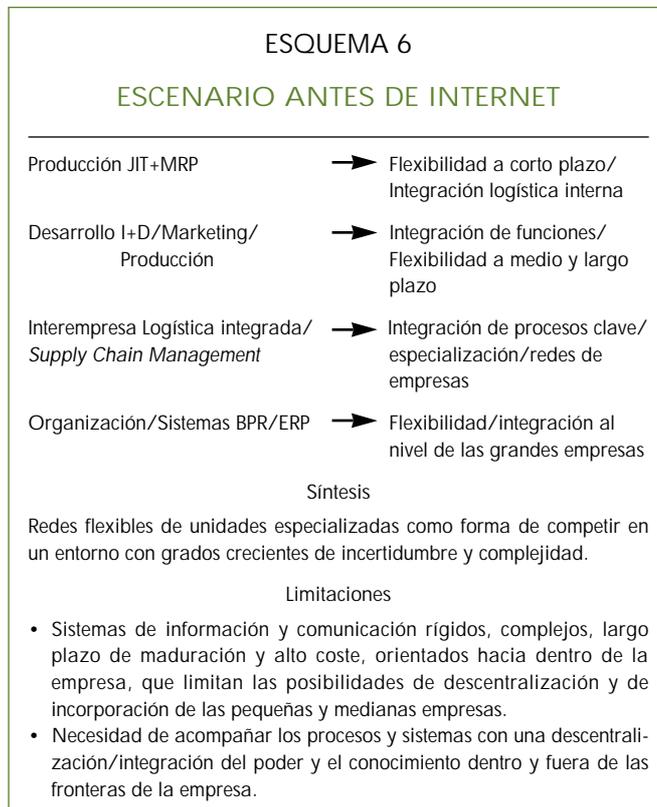
3. El impacto de Internet en las operaciones

La naturaleza de la tecnología

Una vez descrito el marco operativo y de gestión en el que nace Internet (y que se resume en el Esquema 6) nos proponemos hacer una síntesis de los principales rasgos de Internet desde el punto de vista de las operaciones. Se trata de «escuchar a la tecnología», de tratar de entender cuáles son sus potencialidades.

Los rasgos básicos de Internet se comentan a continuación.

¹² Es importante destacar que, en ocasiones, tanto los proyectos de BPR como de ERP descansan sobre conceptos de flexibilidad y descentralización que eliminan estas limitaciones.



Alcance/Acceso

Internet supone la posibilidad de hacerse visible y de alcanzar una enorme masa de clientes, así como de acceder a un mayor número de proveedores. Además, permite la visibilidad a un coste despreciable universal para todo aquel que esté en la red. Naturalmente, es tan sólo una posibilidad que requiere de otras condiciones para que se haga realidad; en principio, todas aquellas condiciones necesarias para que alguien identifique nuestra presencia en la red. Para ello son necesarios nuevos agentes capaces de agregar, concentrar y seleccionar las empresas que ofrecen algo o bien aquéllas a las que les podría interesar. Pero, por el momento, nos basta con concretar un rasgo que facilita dos cuestiones:

- superar las barreras geográficas de la comunicación;
- permitir la comunicación simultánea con un número casi ilimitado de personas.

Conexión

Internet permite no sólo emitir mensajes que pueden ser leídos/vistos por numerosas personas, sino que hace posible la conexión entre sistemas operativos, con lo que se convierte en una herramienta para la articulación/automatización de procesos distribuidos sin limitaciones geográficas, de tiempo y de coste.

Asimismo, permite automatizar a bajo coste los mecanismos de integración y coordinación de procesos distribuidos dentro y fuera de las fronteras de la empresa, potenciando de este modo las estructuras de red.

Interactividad

A diferencia de los anteriores sistemas de información, Internet no es un sistema unidireccional, sino que permite el diálogo, se trata de un medio interactivo. Esto significa que se trata no ya de un canal, sino de un medio en el que puede construirse una relación y no sólo una transacción. No es un canal a través del que se envía y recibe información, sino un medio en el que se actúa y se establecen relaciones, diálogos individualizados uno a uno.

Simultaneidad

Internet permite el acceso/alcance simultáneo de información, algo imposible para los sistemas anteriores.

Ubicuidad

La información en Internet es accesible desde cualquier punto geográfico, siendo indiferente la localización del que accede o recibe la información. Este hecho tiene una enorme repercusión potencial en las estructuras organizativas. Todo el mundo puede comunicarse con todo el mundo, y el espacio y el tiempo se suprimen desde el punto de vista de la comunicación y la conexión entre personas y procesos. Esto aporta, como veremos más adelante, enormes posibilidades para la descentraliza-

ción de las organizaciones, ya que facilita enormemente la coordinación e integración horizontal. Las barreras técnicas desaparecen. Las limitaciones están en otros aspectos de las organizaciones y las personas.

Tiempo real

El tiempo de acceso/difusión de la información es cero.

Compatibilidad

Internet es una gran plataforma caracterizada por utilizar lenguajes y protocolos de comunicaciones compatibles. Es posible, por tanto, la utilización de diversidad de plataformas. La barrera de la compatibilidad es una de las grandes barreras a la difusión de anteriores sistemas de información y que Internet ha superado. Mediante la introducción en los sistemas de una capa denominada *middleware* basada en tecnología *web* con lenguajes compatibles, como XML, y la introducción en los mismos de inteligencia de negocio, las nuevas arquitecturas de sistemas permiten la absoluta compatibilidad. Ante una demanda de datos por una aplicación de usuario, el *middleware* captura la información de los sistemas heredados, como el ERP, incompatibles muchas veces entre sí y la elabora según las necesidades del usuario, resolviendo el problema de la compatibilidad.

Coste

Se trata de una plataforma de comunicaciones de bajísimo coste, con lo que las barreras que por este motivo planteaban anteriores sistemas como las líneas dedicadas para EDI (*Electronic Data Interchange*) desaparecen, superando las barreras existentes a la integración en redes de las PYME, en la medida en que se deben al coste de las comunicaciones.

La verdadera relevancia del medio Internet reside en la interrelación entre los rasgos presentados. Es un medio que permi-

te, a muy bajo coste, superar las barreras de tiempo y espacio para establecer relaciones simultáneas con múltiples agentes, personas o empresas. Relaciones que permiten, por un lado, automatizar procesos tanto de producción entre unidades y empresas, como de comercialización con personas o empresas, y por otro ser soporte de un canal de comunicación personalizado y rico en contenidos.

Desde el punto de vista de las operaciones, nos interesa destacar tres rasgos que se derivan de las características de Internet como plataforma operativa:

- Por el lado de la relación con el cliente final, Internet permite y, al hacerlo, potencia la «personalización» de los productos y servicios allí donde sea un elemento demandado por el cliente. En este punto nos encontramos en el contexto de las relaciones con el cliente final acuñadas bajo la sigla de comercio electrónico B2C (*Business to Consumer*).

- Por el lado de las operaciones, permite producir y entregar ese producto/servicio mediante procesos distribuidos en red integrados por unidades especializadas. En este punto nos encontramos en el contexto de las relaciones entre empresas acuñadas bajo la sigla de comercio electrónico B2B (*Business to Business*).

- Por último, quizá el rasgo distintivo más crítico de la influencia de Internet en las operaciones sea la integración del cliente en la cadena de suministro, adquiriendo la relación con el cliente una posición activa en dicha cadena. Esto es así hasta tal punto que para algunos autores lo correcto es hablar de *Demand Chain* y no de *Supply Chain*. De este modo los procesos a través de los que se gestiona la relación con el cliente, acuñados en la sigla CRM (*Customer Relation Management*) constituyen un eslabón esencial de las operaciones, poniendo de manifiesto la integración del cliente en el sistema operativo de la empresa.

En el primer caso analizaremos el tema de la personalización en dos niveles que no son excluyentes pero sí son diferenciados:

- el nivel de la transacción mediante el fenómeno conocido como *Mass Customization*;

- el nivel de la construcción de una relación prolongada en el tiempo mediante el diseño de un «paquete de servicio integrado» en torno al ciclo cliente-proveedor que permita transformar la relación con el cliente.

En los dos casos estamos ante una oferta al cliente mucho más compleja, desarrollada, producida y entregada mediante redes de unidades especializadas, lo que supone una estructura operativa mucho más compleja a la vez que diferenciada e integrada, que permite una respuesta flexible a un entorno cambiante.

Tanto la relación con el cliente final, cuyo factor impulsor es la personalización, como el sistema operativo que desarrolla, produce y entrega el producto o servicio mediante procesos distribuidos, son aspectos interdependientes y son dos caras de la misma moneda. Oferta y demanda se integran en una red de unidades especializadas de la que forma parte el propio cliente en el diseño del producto/servicio y en el proceso de pedido-lanzamiento de la orden de producción/servicio.

A lo largo de la cadena de valor se establecen relaciones entre cliente y proveedor en las que, por un lado, se automatizan transacciones y se integran procesos y, por otro, se da soporte a un diálogo cliente-proveedor en el que el conocimiento es la materia prima del proceso de innovación.

En la medida en que esto es así, Internet pone delante de las empresas un escenario caracterizado por una creciente desagregación de los mercados y de los procesos que los abastecen, a la vez que una integración flexible de las unidades desagregadas en torno al cliente.

Esta doble tendencia viene impulsada, de un lado, por la presión de la competencia potenciando tendencias que, como hemos visto, hunden sus raíces en dinámicas muy anteriores al nacimiento de Internet y, de otro, a características de Internet que las hacen posibles. Los rasgos fundamentales que posibilitan estas tendencias son los de conexión e interactividad. La conexión permite automatizar disminuyendo enormemente los costes de coordinación e integración de procesos distribuidos; la interactividad permite personalizar.

Personalización

La personalización, como hemos dicho, puede darse en dos niveles. En un primer nivel nos situamos en el ámbito de la transacción (relación puntual) y buscamos ofrecer al cliente el producto que quiere, estamos ante la *Mass Customization*; en un segundo nivel se trata de transformar la relación con el cliente introduciéndonos en su proceso para, a través de una propuesta innovadora, eliminar actividades, facilitarlas, acelerarlas o añadir valor mediante nuevos servicios. A continuación, presentaremos estos dos niveles de personalización, que no son excluyentes, y mostraremos cómo Internet se apoya en la trayectoria de evolución de las operaciones presentada y la amplía, superando limitaciones y añadiendo nuevas dimensiones. Esto nos permite concluir que las empresas que no se encuentran al nivel del estado del arte alcanzado en la gestión de las operaciones no están en condiciones de explotar las posibilidades de Internet.

Mass Customization

¿Qué es la Mass Customization?

Es la combinación de producción en masa y personalización del producto. Según todos los principios de organización de la producción conocidos hasta no hace mucho esto es, poco más o menos, la «cuadratura del círculo».

El dilema de la productividad

Hasta ahora los costes bajos eran posibles logrando economías de escala mediante la estandarización del producto. La producción se organiza en una línea, en la que tanto mano de obra como equipamiento se especializan en torno a un producto estándar. Se consigue, así, una producción que logra unos costes unitarios bajos a condición de que las series sean largas y permitan explotar economías de escala. De esta forma, se configura un sistema que funciona con rigidez y precisión. Se produce para *stock* en base a las previsiones de demanda para

un horizonte tan largo, al menos, como el tiempo de producción de una serie que debe ser larga para cumplir los objetivos de coste. Como consecuencia, la capacidad de respuesta ante los cambios del mercado es lenta y la innovación queda frenada por la necesidad de amortizar inversiones de proceso muy atadas al producto estándar, dando lugar a ciclos de producto largos.

En el extremo opuesto está el producto único sobre pedido que se produce en una organización de tipo taller. Se trabaja bajo las especificaciones del cliente en una organización basada en equipos y herramientas de uso universal y en una mano de obra más cualificada con un trabajo menos repetitivo y, por tanto, menos normalizado. Se logra así la flexibilidad necesaria para adaptarse al cliente pero al precio de unos costes altos, unos plazos de entrega relativamente largos y un volumen de producción limitado.

La conclusión es que la industria se encontraba ante lo que ya nos hemos referido como *the productivity dilemma*. La productividad y los costes bajos sólo son posibles a cambio de sacrificar la variedad y la innovación.

El sistema industrial se debate ante la imposibilidad de simultanear: 1) variedad estática o de opciones para el cliente; 2) variedad dinámica o ciclos de producto cortos; 3) plazos de entrega cortos (los tres contribuirían a la flexibilidad); y 4) bajos costes (eficiencia), exactamente lo que hoy comienza a ser realidad y ha quedado acuñado bajo la expresión *Mass Customization*.

Pero, ¿cómo se han removido los obstáculos que hacían imposible simultanear estas variables? En definitiva, ¿qué hay detrás de la *Mass Customization*?

Las tecnologías de la información

Como ya se ha mencionado, en las últimas décadas las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) han ido penetrando en la producción. Las máquinas de control numérico y los sistemas CAD/CAM (diseño y fabricación por ordenador) han logrado reducir considerablemente el coste de la varie-

dad. Se hace posible programar una «serie» formada por una gran variedad de referencias y a bajo coste.

Sin embargo conviene señalar que, a pesar de todo, el coste de la variedad tanto estática como dinámica no es cero y que las empresas deben optar entre eficiencia y flexibilidad como prioridad de enfoque de la fábrica¹³.

Pero con capacidad de respuesta no es suficiente, la personalización requiere poder captar información del cliente detallada, actualizada y a bajo coste. Hasta no hace mucho, esto sólo era posible para los segmentos más altos del mercado porque el coste de obtener la información era muy elevado. La eliminación de esta barrera vino de la mano del código de barras, que permitía obtener información muy detallada sobre los perfiles de compra de forma barata y rápida.

La integración de sistemas productivos flexibles, sistemas logísticos desarrollados y mecanismos de captación de la información al minuto en los canales de distribución han permitido avanzar notablemente en la simultaneidad de las cuatro variables mencionadas.

La personalización: modularidad + Internet

A pesar de todo lo dicho hasta ahora, aunque permite reducir el coste de la variedad, está lejos de la personalización, en la que el cliente «elige»¹⁴ las características de su producto. Ya no se trata de ofrecer mayor variedad a bajo coste, se trata de producir lo que el cliente quiere. El consumidor toma la iniciativa.

¿Cómo es posible conciliar la producción en masa con la personalización?

La integración de modularidad más Internet nos ofrece las fuerzas motoras del cambio. Aunque ni uno ni otro agotan las formas de alcanzar la personalización masiva o *Mass Customiza-*

ción, sí que son las dos fuerzas que, combinadas, tienen mayor impacto potencial en el logro del objetivo.

¿Qué es la modularidad?

Es la utilización de elementos comunes estandarizados que, combinados de formas diversas, producen una gran variedad de opciones. Todos hemos jugado con un mecano y conocemos los muñecos Lego de nuestros hijos. Se trata de definir una arquitectura que decide cómo se subdivide el producto en módulos y cuáles son los estándares de encaje, comunicación, integración, etcétera.

¿Cuál es la clave de la modularidad?: Combinar estandarización con flexibilidad. Las reglas que impone la arquitectura estandarizan, mientras que en el interior del módulo hay autonomía y flexibilidad. Con esto se logran dos cosas esenciales: comunalidad y economías de sustitución. La comunalidad nos permite utilizar elementos comunes para diferentes variedades de producto, con lo que logramos unir la eficiencia que permiten series más largas y variedad de opciones, esto es, variedad estática. Las economías de sustitución nos permiten sustituir un módulo por otro más avanzado, es decir, variedad dinámica.

La modularidad comenzó en el ámbito de la producción¹⁵. El uso de piezas y componentes comunes permitía ganar flexibilidad y eficiencia en la fabricación y en el mantenimiento. Sin embargo, el avance más importante y reciente se ha dado en el desarrollo de producto. Se trata de que el propio proyecto de desarrollo del producto se organice según una arquitectura modular. Un grupo, que puede ser una empresa, desarrolla la arquitectura y grupos autónomos o empresas independientes desarrollan los módulos.

Con esto se logra una enorme flexibilidad y velocidad en el desarrollo de nuevos productos que, unida a la modularidad en la fabricación, ha transformado completamente industrias enteras como la del PC o la del automóvil, dotándolas de un dinamis-

¹³ Se han desplazado las fronteras. Ahora las líneas son más flexibles y los talleres que se organizan en células flexibles son más eficientes.

¹⁴ Nos referimos a la máxima adaptación a las necesidades de un cliente individual. Este resultado se consigue con una participación más/menos activa del cliente según el mercado del que estemos hablando.

¹⁵ En la literatura, el concepto de producción modular se remonta a STARR, Martin K. «Modular Production, a New Concept», *Harvard Business Review*, volumen 43, número 6, (noviembre-diciembre 1965), páginas 131-142.

mo y flexibilidad nunca conocidos. La variedad de modelos y el ritmo de introducción de nuevos modelos jamás fue tan grande a tan bajo coste.

El Esquema 7 ofrece las principales características de los distintos procesos de producción.

El papel de Internet

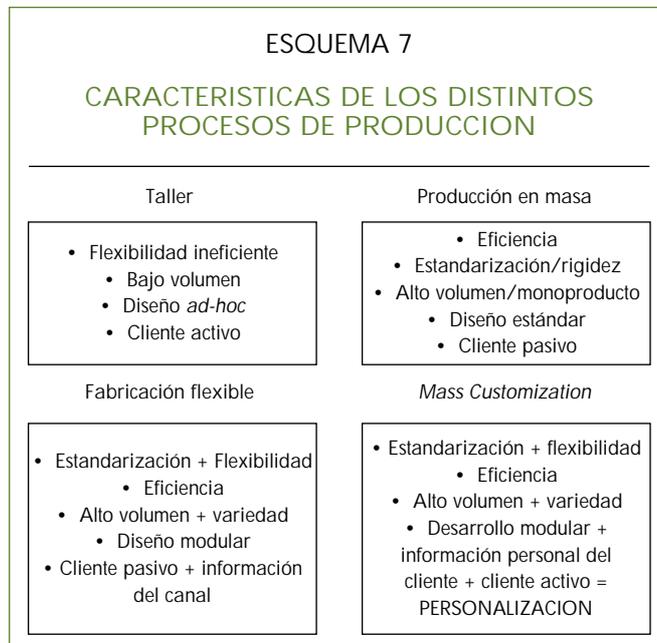
Sin embargo, lo expuesto hasta ahora no es personalización masiva porque no introduce al cliente en el proceso de producción.

El gran potencial y reto de la modularidad está en lograr integrar la modularidad del desarrollo del producto (cómo creamos los productos), de la producción (cómo los fabricamos y entregamos), de la relación comercial con el cliente individual (el cliente decide la configuración personal del producto) y, lo que es más, cerramos el círculo integrando al cliente en la creación de los nuevos productos. Modularidad + Internet significa que, por primera vez, el cliente pasa a formar parte activa del proceso de producción y desarrollo.

¿Qué significa Internet en este proceso?

Supone obtener información sobre lo que el cliente individual quiere a un coste marginal casi nulo y permite que el cliente tome una posición activa, personalizando a través de la elección entre opciones por módulos. Las posibilidades son enormes, tan grandes que algunas empresas, como el caso de un fabricante de gafas, han introducido un sistema de guía que simplifica la elección, porque las opciones son miles, sin por ello perder la especificidad del cliente. Un fabricante de bicicletas japonés las adapta a las medidas antropomórficas del cliente. Si la policía es capaz de obtener un retrato robot muy aproximado de una persona a partir de varias decenas de narices, ojos, peinados, etcétera, parece que casi todo es posible.

También supone que el pedido se transmita instantáneamente al fabricante y a su proveedor que, debido a las posibilidades de la modularidad, pueden entregar el suministro a su cliente respectivo en la *supply chain* o cadena de suministro, en horas en



algunos casos. El fabricante de ordenadores Dell, quizá el caso más paradigmático, entrega un ordenador que el cliente configura a su elección, en días.

Por último, supone que las «huellas» del cliente en la red al configurar su producto y al comprar pasan a la base de datos que utiliza el equipo de desarrollo de nuevos productos. Este equipo puede trabajar integrando una red de equipos por módulos que se reparten por todo el mundo. Así se desarrolló uno de los últimos modelos de Volvo.

Recientemente, Frank Piller de la universidad de Munich decía: «las empresas tienen que transformarse para producir en grupos que realizan etapas, que pueden integrarse y separarse como si fueran muñecos Lego». Pero este aspecto lo trataremos más adelante al analizar los procesos distribuidos en red. Aquí, sin embargo, conviene poner de manifiesto, una vez más, la relación directa entre la personalización del producto o servicio y la estructura operativa que lo soporta, formando una cadena de demanda/suministro integrada.

La mayoría de las industrias están todavía lejos de poder ofrecer un producto personalizado de forma masiva. El reto es gran-

de y las oportunidades y amenazas están ahí para valorarlas en cada caso.

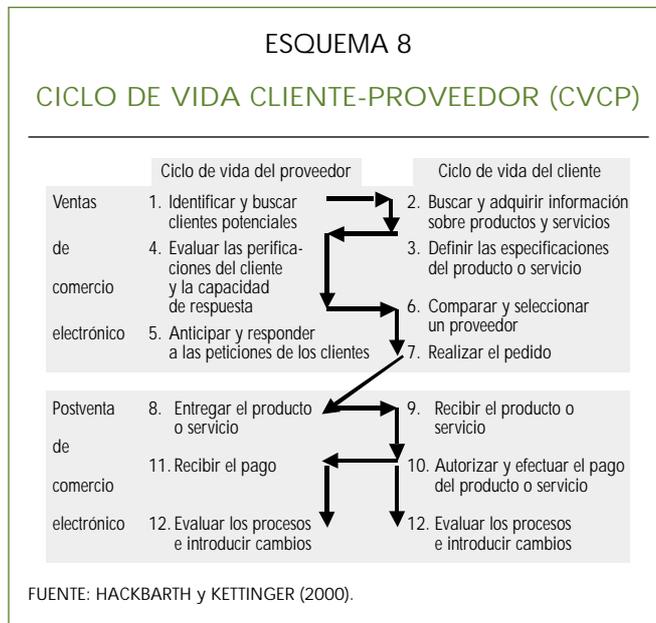
Sin embargo, muchos productos no necesitan ser personalizados porque nadie lo demanda. Hoy por hoy nadie necesita un litro de leche personalizado, o un paquete de folios personalizado, o unos cigarrillos personalizados o unos tornillos personalizados. No necesitamos un litro de gasolina personalizado, ni un kilovatio personalizado y, sin embargo, si necesitamos la personalización del servicio que va asociado al proceso de búsqueda, compra, uso, mantenimiento y renovación de un producto. Es aquí donde se da el mayor potencial de personalización de Internet tanto para los productos susceptibles de personalización, como para los que no lo son.

Transformar la relación con el cliente

La gran aportación de Internet desde el punto de vista de la creación de valor para el cliente¹⁶ reside en su capacidad para ofrecer servicio a éste. Para analizar este punto introduciremos el concepto de ciclo de vida cliente-proveedor que aparece sintetizado en el Esquema 8. Este concepto nos permite analizar todos los puntos de contacto con el cliente y examinar las posibilidades que ofrece la tecnología para ofrecer un mejor servicio o un nuevo servicio al cliente:

- Cuando comienza su proceso de búsqueda y análisis de productos y servicios, facilitándole dicho proceso, ofreciéndole la información agregada e, incluso, automatizando algunas tareas de análisis. Por ejemplo, Bankinter ofrece un análisis comparativo de hipotecas en base al perfil del cliente; los grandes fabricantes de automóviles ofrecen un análisis comparativo de marcas y modelos. Cuando el cliente necesita elaborar sus especificaciones de producto, se le facilita la labor guiándole a través de la elección dentro de una jerarquía modular (ver el epígrafe dedicado a *Mass Customization*).

¹⁶ Más adelante examinaremos el aspecto de la contribución a la eficiencia, la reducción de costes.



- Cuando tiene que pagar se le facilita el acceso a la financiación y un sistema seguro de pago. Se entrega el producto en plazos y horarios convenientes.

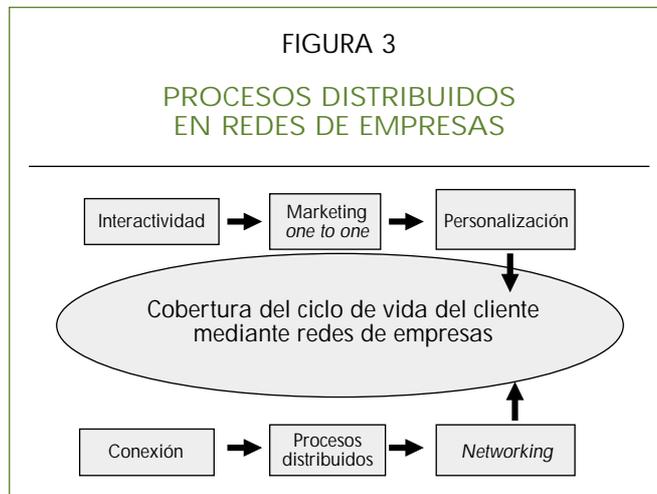
Sin embargo, el concepto propuesto por Kettinger y Hackbarth va mucho más allá de lo que ilustran en el Esquema 8, porque en muchos casos la relación con el cliente continúa después de la venta, con el mantenimiento y reparación, formación para el uso del producto, y asesoramiento sobre productos complementarios. Por ejemplo, un sector como el eléctrico que según su propio lenguaje no tenía clientes sino abonados y vendía una *commodity*, el kilovatio, a partir del proceso desregulador y de las posibilidades de Internet empieza a ofrecer un conjunto de servicios. Comienza por algo tan simple como ofrecer información *on line* sobre el consumo: cuánto, cuándo, coste asociado, etcétera. Con el desarrollo de inteligencia en los edificios, podría incluso identificar el tipo de aparato y desglosar el consumo. A partir de ahí, el siguiente paso es ofrecer propuestas para optimizar el consumo. Puede, a continuación, ofrecer un servicio de gestión energética. Con el avance de los sistemas inteligentes y el acceso a través de Internet, es posible una gestión remota. A partir de ese

momento, dependiendo de la estrategia de cada compañía, puede gestionarse el control de temperatura, e incluso ofrecer mejoras en aislamiento térmico, etcétera.

Un fabricante de automóviles puede ofrecer un servicio de reparación y mantenimiento a través de una red de servicio. Puede ofrecer el seguro como parte de su oferta personalizada. La próxima generación de automóviles tendrá tanto *software* incorporado que será posible su reparación a distancia a través de la red. Ofrecerá servicios de localización del taller más próximo y llamada a la grúa cuando el problema sea de *hardware*. Pero pueden introducirse conceptos más amplios asociados al transporte, como información hotelera y turística, etcétera. Naturalmente, se trata de servicios y actividades que proporcionan otras empresas muy alejadas del automóvil.

La clave y el reto que introduce Internet a las operaciones es la posibilidad de conocer al cliente individual, conocer sus procesos y las necesidades que implica y ser capaz de innovar esos procesos para transformar la relación con el cliente. Si antes hemos descrito un movimiento de desagregación de mercados y de procesos, ahora describimos un movimiento de integración en torno a clientes. Cuando los productos físicos se transforman cada vez más en *commodities*, la capacidad de diferenciación viene dada por la capacidad de innovación para transformar los procesos que conforman la relación con el cliente. Con frecuencia los productos físicos pasan a ser un vehículo a través del cual prestar un conjunto de servicios. Esta tendencia puede estar en la base del movimiento que se aprecia en el sector del automóvil de adquirir o controlar muy estrechamente la red de concesionarios. En este punto, es importante tener en cuenta que la transformación de la relación con el cliente no pasa necesariamente por la compra a través de Internet, eliminando el canal tradicional. Basta con que exista una comunicación (no transacción) con el cliente a través de Internet.

El factor de diferenciación ya no es solamente el producto, sino el servicio. La posibilidad de incorporar valor añadido a través del servicio se convierte en un factor decisivo.



Las posibilidades que ofrece Internet hacia la personalización de productos y servicios (ver Figura 3) y hacia la construcción de una relación innovadora con el cliente tiene como consecuencia una aumento cualitativo del nivel de complejidad de las operaciones por tres motivos: 1) la personalización implica un aumento del nivel de diversidad de la oferta; 2) la oferta integrada de servicio que implica construir una relación con el cliente es cualitativamente más compleja al tener que integrar una multiplicidad de componentes heterogéneos; y 3) hacerlo de forma sostenida en el tiempo implica la capacidad de adaptarse a los cambios, reconfigurando los elementos de la oferta e introduciendo otros nuevos.

Si la tendencia apuntada antes de la difusión de Internet y que culminaba en la *Supply Chain Management* ya mostraba la desagregación de la cadena de valor como vía para abarcar la complejidad de productos y servicios a la vez que se ganaba en flexibilidad, la tendencia que apuntan las potencialidades de Internet es que es necesario aumentar el nivel de complejidad de las redes, que deben ser capaces de integrar componentes de producto/servicio mucho más allá de las fronteras sectoriales conocidas.

Situados en este punto, ¿cuál es el impacto de Internet en las operaciones? En primer lugar, plantear un reto derivado del potencial de personalización que supone, como hemos dicho, un

nivel de complejidad y flexibilidad muy superior. En segundo lugar, ofrecer las posibilidades para superar el reto planteado, permitiendo una coordinación e integración de la cadena de demanda/suministro mucho más eficiente y flexible.

Si nos situamos por un momento en el punto en que nos había dejado nuestro recorrido por la evolución de las operaciones en el Esquema 4, nos encontramos con la necesidad de desagregar la cadena de valor, con objeto de poder alcanzar la especialización necesaria en las actividades, que nos permita abordar la complejidad que éstas plantean. De esta forma ganamos en eficiencia y flexibilidad siempre y cuando seamos capaces de coordinar e integrar aquello que hemos desagregado. Aquí encontramos las limitaciones al desarrollo de esta tendencia:

- Por un lado, las posibilidades de desagregación están limitadas por la dificultad de coordinar una red demasiado compleja. La *Supply Chain* se mueve en el dilema de limitar el grado de integración entre sus integrantes (proveedores, fabricantes, clientes), con lo que esto supone de lentitud de respuesta e ineficiencia, o planificar de forma centralizada la integración de la cadena, con lo que se gana en velocidad de respuesta y eficiencia pero se pierde en flexibilidad. La cadena es rígida y los miembros no pueden adaptarse a cambios imprevistos del entorno salvo si vulneran la planificación centralizada y la integración de la cadena. Flexibilidad local *versus* integración global.

- Por otro lado, nos encontramos con la imposibilidad de incorporar las PYME a la red de empresas debido al coste tanto de las comunicaciones (líneas dedicadas para EDI), como de los sistemas. Las PYME no podían acceder a la instalación de un ERP debido a un coste de instalación y mantenimiento inabordable por debajo de determinada escala. La consecuencia es un déficit de informatización e integración interna de los sistemas en las PYME, que es un prerrequisito para la integración externa.

Del ERP al *Marketplace* y al *Businessplace*

La desagregación de la cadena de valor en procesos distribuidos plantea que el problema de la integración ha dejado de ser la integración interna, problema que abordan los ERP, a ser la

integración de redes de empresas y de lo que se ha denominado corporación virtual.

Automatización

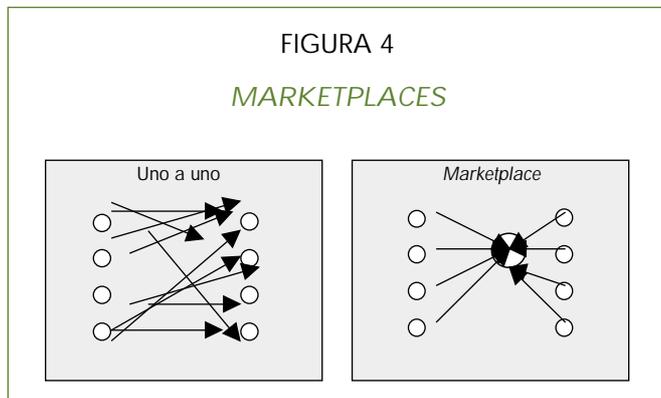
Las posibilidades de Internet a través de su característica de conexión permiten automatizar los procesos interorganizacionales (IOS) de carácter repetitivo. Por ejemplo, un distribuidor puede lanzar automáticamente un pedido al proveedor una vez alcanzado un punto de pedido y éste puede lanzar la orden de fabricación o el embarque según los casos, de forma automática.

Planificación descentralizada y conjunta

La interactividad de Internet permite que, por ejemplo, un distribuidor minorista y un proveedor fabricante puedan realizar una planificación conjunta de la demanda en un proceso iterativo de ajuste mutuo que, mediante determinadas reglas aceptadas, permite llegar muy rápidamente al consenso y congelar la previsión conjunta de la demanda para un horizonte de planificación relativamente corto. El sistema se ha acuñado bajo el nombre de *Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment* (CPRF). Por su parte, cada integrante de la cadena puede planificar su producción y revisarla periódicamente integrando las previsiones actualizadas de demanda en el MRP, mediante lo que se denominan *Advanced Planning Schedule* (APS). Internet, por sus características de accesibilidad, ubicuidad y tiempo real, más la compatibilidad entre sistemas, permite que la evolución de la demanda, pedidos, niveles de *stock*, etcétera, sean transparentes para toda la cadena de demanda/suministro. De esta forma, todos los miembros pueden trabajar con la misma información y adaptarse a los imprevistos en un ajuste mutuo descentralizado, combinado con la aceptación de un marco acordado de planificación conjunta. Los sistemas APS permiten optimizar la toma de decisiones mediante simulaciones sobre, por ejemplo, tamaño de pedido, sistema de transporte, etcétera, que permiten ajustarse a una enorme velocidad a los imprevistos. De esta forma, se alcanzan simultáneamente altos niveles

FIGURA 4

MARKETPLACES



de integración y flexibilidad. Se elimina la incertidumbre generada endógenamente en toda la cadena que describíamos al inicio de este artículo, pero se hace compatible con flexibilidad local, ya que el plan es acordado entre las partes y es revisable en períodos cortos. Es «algo así» como disponer de un MRP flexible y descentralizado que, además, integra los sistemas de previsión de demanda facilitados por los sistemas de captura de datos en el punto de venta y por los sistemas de *data mining* capaces de analizarla.

Marketplaces y Businessplaces: coordinación e integración de redes

Sin embargo el aumento de la complejidad de las redes, tanto del lado de los clientes como de los proveedores, plantea entre otros problemas la enorme dificultad que supone establecer relaciones uno a uno entre tantos agentes. La solución simplificada que proporciona flexibilidad y reducción de costes viene de la mano de los *marketplaces* (Figura 4).

En este artículo no pretendemos desarrollar la forma de operar y las distintas actividades y economías que proporcionan los *marketplaces*, tan sólo destacaremos algunos rasgos que consideramos relevantes dentro de nuestra línea argumental.

Por un lado, permiten automatizar múltiples relaciones en los procesos de compra (ver Esquema 9), contratación, pago, etcétera, ganando fuertes economías de escala en el desarrollo y mantenimiento del *software*. Por otro lado, permiten unificar

ESQUEMA 9

COMPONENTES Y ETAPAS SELECCIONADOS EN EL CICLO DE VIDA DE LA TRANSACCION B2B

- | | |
|--|---|
| 1. Identificar especificaciones de producto. | 11. Contratar servicios de <i>broker</i> de aduanas. |
| 2. Enviar solicitud de ofertas. | 12. Almacenaje. |
| 3. Obtener aprobación interna. | 13. Pagar tarifas internacionales. |
| 4. Gestionar la autenticación de la otra parte. | 14. Obtener protección contra el riesgo de cambio. |
| 5. Inspeccionar las capacidades para cumplir de la otra parte. | 15. Contratar seguro contra el rechazo de la mercancía. |
| 6. Negociar términos de pago. | 16. Identificar las normas reguladoras. |
| 7. Acceder a servicios de evaluación de terceros. | 18. Servicios de resolución de conflictos. |
| 8. Financiación. | 19. Facturación proforma. |
| 9. Contratar inspección. | 20. Presentación electrónica de cobro. |
| 10. Contratar transporte multimodal. | 21. Acuerdo. |
| | 22. Integración con el <i>back-office</i> . |

sistemas de comunicación, protocolos, etcétera, lo que significa una enorme simplificación y reducción de costes, en especial, para el lado más débil de la cadena que es el que antes debía adaptarse, fuera proveedor o comprador. Este aspecto elimina barreras existentes anteriormente para las PYME.

En el Esquema 9 puede verse una ilustración de la complejidad de las relaciones B2B que pueden automatizarse total o parcialmente a través de *marketplaces* que funcionan como plataformas de integración de múltiples cadenas de suministro¹⁷. Los *marketplace* están evolucionando de simples *marketmakers*, que organizan la convergencia de compradores y vendedores, a plataformas que proporcionan todos los servicios necesarios para llevar a buen término el proceso de compraventa a lo largo de todo el ciclo, como ilustra el Esquema 9.

Pero, aún más, están avanzando hacia la integración no sólo del proceso de compraventa de la cadena de suministro, sino de otros procesos clave como, por ejemplo, el proceso de desarrollo de producto, facilitando la integración de toda la cadena de valor, evolucionando así desde el concepto de *marketplace* que

¹⁷ Pueden distinguirse portales verticales especializados por sectores y que articulan la cadena de suministro de inputs del proceso productivo, y portales horizontales que articulan la compraventa de los inputs horizontales que no entran en el proceso de producción, comúnmente denominados MRO (*Maintenance, Repair, Operations*).

se limita a integrar el proceso de compraventa, al de *businessplace* que integra todos los procesos clave de la cadena. Para cubrir estas funciones, los *marketplaces* configuran redes de empresas asociadas al *marketplaces* que proporcionan estos servicios (logísticos, financieros, de aduanas, etcétera), de forma que la ventaja competitiva de un *marketplace* deriva de la calidad y fiabilidad de los servicios que proporciona. Los *marketplaces* se configuran, así, como núcleos (HUB) para coordinar la cadena de demanda/suministro extendida, superando los problemas de coordinación e integración que plantea la creciente complejidad de las cadenas de demanda/suministro plantea. Se trata de una tendencia todavía incipiente, pero que configura el escenario de futuro de las operaciones en los próximos años.

Application Service Providers

Las características de accesibilidad y ubicuidad, junto a la de conexión e interactividad de Internet, permiten superar la barrera a la informatización e integración de sistemas en las PYME que impedía su integración en las cadenas de demanda/suministro, a través de los ASP. Los ASP, como su nombre indica, proporcionan servicios de alquiler y mantenimiento de aplicaciones ERP y comercio electrónico. Esto significa que los ERP no están residentes en un servidor dentro de la empresa, y la gestión y mantenimiento de las aplicaciones la realiza la empresa proveedora del servicio, el ASP. La empresa cliente, mediante un simple navegador, accede a sus sistemas alquilados mediante el pago de una tarifa.

La escala mínima necesaria para rentabilizar la infraestructura tecnológica necesaria constituía una barrera de entrada para las PYME. Mediante los ASP se consigue:

- Evitar la inversión en infraestructura tecnológica en un entorno en que es crítica para la nueva forma de hacer negocios en red.
- El ASP, al suministrar sus servicios a múltiples empresas, logra economías de escala que le permiten ofrecer servicios a bajo coste.
- El alto ritmo de cambio tecnológico y el nivel de especiali-

zación necesario hacen que sólo a través de un ASP las PYME puedan disponer de una infraestructura tecnológica actualizada y, por tanto, integrarse en las cadenas de demanda/suministro.

- En el mismo sentido permiten la rápida incorporación de nuevos sistemas ante el surgimiento de nuevas oportunidades.
- A medida que la credibilidad y nivel de confianza en los ASP, y entre los miembros de una cadena, se consoliden permitirán compartir centros de datos y aplicaciones entre socios de la cadena.

La clave del éxito del modelo de negocio basado en ASP está en la capacidad de las empresas proveedoras para adaptarse al cambio en un contexto de rápido cambio tecnológico y de gran incertidumbre.

A pesar de que el cliente natural de los ASP son las PYME, son las grandes empresas las que están acudiendo a estos servicios sustituyendo servicios, de *outsourcing* mucho más caros y rígidos. La barrera actual a superar en el caso de las PYME no es de coste sino de mentalidad y visión de negocio, ya que el modelo ASP implica una forma de hacer negocios radicalmente distinta.

Por último, la tendencia que actualmente se aprecia es la integración de los ASP en redes de servicio en el contexto de los *marketplaces/businessplace*.

Los *marketplaces/businessplaces* surgen, así, como agentes especializados en servicios de coordinación e integración de redes de empresas creando el contexto que reduce el tiempo y los costes de coordinación de las redes.

4. Conclusiones

De todo lo expuesto, pueden extraerse algunos rasgos definitorios de Internet.

Personalización

Internet significa que se crea un entorno competitivo que obliga a la integración del cliente en el proceso de desarrollo-fabricación-distribución-servicio, para poder competir. Esto significa

que la relación con el cliente se transforma en un proceso estructurado que se integra y forma parte de la cadena de demanda/suministro. Concretamente, supone que los sistemas CRM constituyen un eslabón crítico de la cadena y forman parte del sistema operativo de la empresa. Este es un elemento nuevo que hasta ahora no formaba parte de las operaciones de la empresa. Pasa a ser un elemento crítico con profundas implicaciones para las operaciones, en la medida en que exige capacidad de respuesta flexible y eficiente a un proceso que se pone en marcha en el punto de contacto con el cliente.

Procesos distribuidos en red

Lograr una respuesta operativa adecuada al reto de la personalización significa un nivel de especialización que permita la profundidad de conocimiento para abordar cada una de las actividades que forman parte de la cadena de demanda/suministro. Internet significa la posibilidad de dar respuesta a esta necesidad de especialización, en la medida en que lo permite, por reducir drásticamente los costes de coordinación e integración. Lo hace mediante la automatización de relaciones entre organizaciones y entre unidades en el interior de las mismas, y mediante un soporte a los procesos de colaboración entre empresas y unidades, especialmente en los procesos de desarrollo de producto y proceso y de planificación de las operaciones. Se produce, así, una desagregación de la cadena de valor de la empresa y una necesidad de coordinación e integración de la misma.

Trabajar en red significa, por un lado, alineamiento de procesos, lo que implica, estandarización, simplificación e integración, sobre la base de una arquitectura común que permita automatizar los flujos de información de bienes y servicios en lo posible. Por otro lado, supone flexibilidad y capacidad de adaptación y ajuste mutuo frente a los imprevistos. La decisión sobre cuáles sean los niveles de integración y autonomía de los procesos constituye un elemento decisivo en el diseño de la cadena de demanda, suministro que dependerá del posicionamiento estratégico en cada caso.

Desde el punto de vista de las operaciones significa un profun-

do conocimiento de los procesos para poder normalizarlos y documentarlos, un tema que forma parte de toda la corriente ligada a la gestión de la calidad total, de la que hemos hablado poco en este artículo pero que es un fundamento esencial.

Flexibilidad

Un entorno cambiante y con gran inestabilidad e incertidumbre requiere de una enorme flexibilidad, entendida como capacidad de adaptación a los cambios imprevistos. Podemos distinguir dos niveles de flexibilidad:

- Flexibilidad a corto plazo, o flexibilidad operativa, capaz de reaccionar y adaptarse a los imprevistos. Esto supone autonomía e integración de funciones en los niveles operativos que permita la toma ágil de decisiones. Lo que implica el nivel de cualificación necesario y la capacidad de coordinación para interpretar la información que nutre la toma de decisiones en el punto de contacto con el problema operativo, muchas veces en contacto directo con el cliente.
- Flexibilidad a medio y largo plazo ligada a los procesos de planificación y desarrollo de producto/proceso. Se trata de procesos intensivos en conocimiento, especialmente en el caso del desarrollo. La clave reside en la capacidad de integrar conocimientos especializados, tanto técnica como funcionalmente, capaces de dar respuesta a una oferta crecientemente compleja de productos y servicios. También aquí la especialización implica una estructura de red que requiere de una gran capacidad de coordinación e integración. En este punto la arquitectura modular (ver el epígrafe dedicado a *Mass Customization*) permite combinar integración con flexibilidad. En este sentido, el diseño de los procesos intensivos en conocimiento constituye uno de los retos más importantes, ya que un mundo en cambio exige de las empresas un proceso constante de adaptación ya sea mediante nuevos productos y procesos, o cambios organizativos y de sistemas. El correcto diseño de los procesos en los que se desarrollan estos cambios, generalmente mediante proyectos, es un factor crítico. Se trata de una problemática que excede a los objetivos de este artículo pero

que es esencial para la nueva forma de gestionar las operaciones en la empresa.

- Por último, tanto los procesos operativos de corto plazo, como los procesos de desarrollo y transformación de negocio deben estar inscritos en una visión de negocio que les proporcione el contexto y la orientación mediante la definición de los grandes procesos y arquitectura de negocio y mediante los recursos necesarios. El dinamismo y la complejidad de la época de Internet exige un rol diferente de la dirección. En la medida en que el conocimiento se integra en las operaciones, su rol no es ordenar específicamente lo que hay que hacer y controlar, sino crear el contexto y la cultura, dar orientación y proporcionar los recursos. Naturalmente, la visión de negocio no es algo que hace la alta dirección por sí misma, sino que se nutre de las relaciones con los procesos operativos y de desarrollo. Resolver cómo se estructuran las relaciones entre la formación de la visión de negocio, los procesos de desarrollo y la gestión operativa es uno de los grandes retos de la época de Internet. Todas las actividades de la empresa deben tener como una de sus misiones contribuir al desarrollo y formación de la visión de negocio. Promover este proceso es un rol esencial de la dirección en los distintos niveles. Se trata de potenciar, capturar y crear los procesos adecuados para que el conocimiento de toda la organización contribuya a la formación de la visión de negocio. Es un proceso impulsado desde arriba en la medida en que es un proceso de cambio que compromete a toda la organización, pero es un proceso en el que participa toda la organización. Excede a los objetivos de este artículo profundizar en este tema, pero es necesario contemplarlo para tener una visión global del impacto de Internet en las operaciones.

- Explotar las posibilidades de Internet exige tener operaciones flexibles que hayan asimilado el enfoque JIT y de calidad total, que hayan avanzado hacia la construcción de sistemas de logística integrada y hacia la integración de procesos clave en el interior de cadenas de demanda/suministro. Sólo a partir de ahí es posible avanzar y explotar las posibilidades de Internet; de lo contrario, las operaciones de las empresas no

tendrán capacidad de respuesta ante las exigencias del entorno que crea Internet. La proliferación, en la actualidad, de promesas incumplidas al mercado, caída de los estándares de calidad o «cumplimiento» no sostenible en el tiempo debido a unos costes no competitivos, son la manifestación de este problema.

Referencias bibliográficas

- [1] ABERNATHY, W. J. (1978): *The Productivity Dilemma: Roadblock to Innovation in the Automobile Industry*. Baltimore, John Hopkins University Press.
- [2] BOWEN, H. K. et al. (1994): *The Perpetual Enterprise Machine*, Nueva York, Oxford University Press.
- [3] BROWN y EISENHARDT (1997): «The Art of Continuous Change. Linking Complexity Theory and Time Paced Evolution in Relentlessly Organization», *Administrative Science Quarterly Ithaca*, marzo, Ithaca.
- [4] COOPER, M. C. et al. (1997): «Supply Chain Management: More Than a New Name for Logistics», *The International Journal of Logistics Management*, volumen 8, páginas 10, Jacksonville, Florida.
- [5] HACKBARTH, G. y KETTINGER, J. (2000): «Building an e-Business Strategy», *Information Systems Management*, verano.
- [6] JAIKUMAR, R. (1986): «Post Industrial Manufacturing», *Harvard Business Review*, noviembre-diciembre, páginas 69-76, Boston.
- [7] MALONE, T. W. y ROCKART, J. F. (1991): «Computers, Networks and the Corporation», *Scientific American*, septiembre, páginas 128-136.
- [8] OHNO, T. (1978): *Toyota Production System – Beyond Management of Large Scale Production*. Tokio, Diamond Publishing Co., Ltd.
- [9] OLHAGER, J. (1993): «Manufacturing Flexibility and Profitability», *International Journal of Production Economy*, páginas 67-78.
- [10] ORLICKY, J. (1975): *Materials Requirement Planning*, Nueva York, McGraw - Hill.
- [11] STARR, M. K. (1995): «Modular Production, a New Concept», *Harvard Business Review*, noviembre-diciembre, páginas 131-142, Boston.
- [12] UPIN, E. B. (2001): «B2B: Building Technology Bridges Outside the Four Walls of the Enterprise», FleetBoston Robertson Stephens Inc. Informe publicado en Internet: <http://www.ictnet.es/esp/comunidades/openmkt/default.htm>.