

La personalización en masa y su incidencia en los procesos de gestión de pedidos y planificación de la producción³⁶

F. Alarcón¹, A. Parra, M.M.E. Alemany, F.C. Lario

Centro de Investigación en Gestión e Ingeniería de la Producción (CIGIP), Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España. [1faualva@omp.upv.es](mailto:faualva@omp.upv.es)

Resumen

En el presente trabajo, se ha revisado la literatura con el fin de analizar cómo influye la adopción de la Personalización en Masa (PM) en dos procesos de negocio fundamentales para la Dirección de Operaciones: la Gestión de Pedidos (GP) y la Planificación de la Producción (PP). De la literatura consultada se desprende que los elementos del PM que afectan a los procesos de negocio son: configuradores de productos, modularización en el diseño, estrategias de aplazamiento y punto de desacople (PD).

Palabras clave: Gestión de pedidos (GP), planificación de la producción (PP), comprometer pedidos (order promising - OP), personalización en masa (PM), dirección de operaciones.

1. Introducción

En los últimos años, las organizaciones están experimentando un aumento de la demanda de productos personalizados y un acortamiento del ciclo de vida de sus productos. Estas condiciones han llevado a las organizaciones a plantearse un cambio de estrategia hacia la Personalización en Masa (Da Silveira et al., 2001), así como un nuevo planteamiento de su Dirección de Operaciones (Heizer & Render, 2001). A través de la PM, se consiguen mejorar cuatro prioridades competitivas en las organizaciones: el precio y la calidad de los productos, y la flexibilidad y rapidez de respuesta a los pedidos de los clientes (Kumar et al., 2007).

Sin embargo, pese a sus ventajas, la puesta en práctica de la PM no está exenta de dificultades ya que afecta a toda la organización. Requiere de redes dinámicas de trabajo, diferentes sistemas de gestión y diferentes vías de relación con los clientes, que le permitan dotar al sistema de suficiente flexibilidad (Pine et al., 1993). Estas dificultades operativas, según algunos investigadores, hacen que la PM aun no haya conseguido el impacto esperado, siendo todavía un nicho de negocio alcanzable solo por unos pocos (Piller, 2004).

Los trabajos que abordan la estrategia de PM son numerosos. A este respecto, se puede encontrar abundante literatura que analiza las tecnologías de fabricación (CIM, SFF, etc.), tecnologías de la información (integración de aplicaciones empresariales, configuradores de productos, etc.) y los sistemas de gestión (Agile and Lean Manufacturing, JIT, etc.), necesarios para la implementación de la estrategia de PM en las empresas. Sin embargo, se echa en falta más literatura que aborde la PM desde una perspectiva de gestión de procesos negocio (Business Process Management o BPM) mediante la cual se puedan estudiar las relaciones y conexiones que existen entre los diferentes subprocesos y/o actividades que

³⁶Este trabajo se deriva de la participación de sus autores en un proyecto de investigación financiado por MICINN español, con referencia DPI 2008-06788-C02-01, titulado "Personalización en Masa y Cadenas de Suministro Inteligentes, con Productos y Procesos Complejos (PERMACASI)"

forman parte de los procesos de negocio de las organizaciones (Chang, 2006), siendo ésta además, una línea fundamental para resolver las dificultades operativas a las que se hace alusión en el trabajo de (Piller, 2004).

En este sentido, se considera interesante analizar dos procesos de negocio fundamentales para la Dirección de Operaciones en un contexto de PM: la Gestión de Pedidos (GP) y la Planificación de la Producción (PP), de manera que se puedan identificar sus relaciones ampliando el trabajo de (Alarcón et al., 2007) a un contexto de PM.

Para ello, a continuación, se realiza una revisión de la literatura organizada en dos apartados; en el primero se revisan trabajos que tratan de la estrategia de PM con el fin de identificar los conceptos más importantes de dicha estrategia y, en el segundo, se revisan trabajos que tratan de procesos de negocio en el ámbito de la PM con el fin de identificar cómo la PM y sus principales conceptos influyen en ellos. Para cada uno de estos apartados, se ha desarrollado un mapa conceptual que reúne y relaciona los principales conceptos identificados en la literatura. Después, se analiza la incidencia de la PM en los procesos de GP y PP. Finalmente se incluyen las conclusiones.

2. Revisión de la literatura

2.1. Estrategia de Personalización en Masa

La estrategia de PM se relaciona con la habilidad de proveer productos y/o servicios personalizados a costes razonablemente bajos, a través de la alta flexibilidad de los procesos y su integración (Da Silveira et al., 2001).

Aunque, en los últimos años se están conociendo casos de éxito en la implementación de la estrategia de PM en diferentes sectores (textil, automóvil, electrónico...), no se puede afirmar que sea una estrategia adaptable a cualquier organización, ya que se deben dar ciertas condiciones que permitan asegurar el éxito de su implementación (Piller, 2004). En este sentido, (Da Silveira et al., 2001) identifican los siguientes factores críticos de éxito: (1) La demanda de los clientes debe exigir variación y personalización; (2) las condiciones del mercado deben ser apropiadas; (3) la cadena de valor debe estar preparada; (4) la tecnología de fabricación y de la información debe estar disponible; (5) los productos deben ser personalizables (los productos deben ser modulares, versátiles y constantemente renovados); y (6) el conocimiento debe ser compartido a través de la cadena de valor.

Uno de los aspectos que mayor consenso alcanza en la literatura y que es característico de la PM, es el grado de implicación del cliente en el diseño (Duray et al., 2000). Estos autores resaltan que el nivel de implicación del cliente en la cadena de valor determina el grado de singularidad del producto y el tipo de personalización proporcionada por la organización. Esta idea la recogen también otros investigadores como (Coronado et al., 2004) y (MacCarthy et al., 2003).

La implicación del cliente en el proceso de fabricación es lo que ha llevado a considerar el concepto denominado tradicionalmente como punto de desacople (PD). El PD ha sido y sigue siendo una línea de investigación muy importante en la Dirección de Operaciones (Olhager, 2003). Como consecuencia de la existencia de un PD se identifican cuatro estrategias de fabricación básicas (Engineering To Order o ETO, Make To Order o MTO, Assembly To Order o ATO, y Make To Stock o MTS).

Estas estrategias determinan el modo de funcionamiento de diferentes departamentos o procesos: (1) el departamento de ingeniería del producto (Dekkers, 2006), en el que los productos personalizados provocan una carga de trabajo extra que debe ser considerada; (2)

los procesos de gestión de ventas (Salvador et al., 2002), donde el incremento de la variedad de productos provoca una cantidad de información que las organizaciones deben aprender a gestionar; y (3) el proceso de Planificación y Control de Operaciones, que debe ser fundamentalmente diferente aguas arriba (sistemas “push”) y aguas abajo (sistema “pull”) del PD (Olhager, 2003). En este sentido, en (Lyu & Chen, 2008) se recomienda el uso de **Sistemas de Programación y Planificación Avanzada** (APS), que complementen al modulo de PP de los sistemas ERP (Enterprise Resource Planning).

(Duray et al., 2000) consideran que, además de haber implicación del cliente en el diseño, los productos deben estar diseñados modularmente para que los fabricantes puedan ser considerados personalizadores en masa. Una de las razones es que cada producto debe ser representado e identificado por una combinación de información única que incrementa la necesidad de gestión de la información en todos los procesos de la empresa (Steger-Jensen & Svensson, 2004), y la **modularidad** es una manera de introducir variedad de productos minimizando la cantidad de información necesaria.

Gracias al diseño modular y al desarrollo de los sistemas de información, las organizaciones pueden implementar herramientas, como son los **configuradores de productos**, que ayudan a gestionar esta información (Forza & Salvador, 2008). Estas herramientas software contiene todo el conocimiento relativo a un producto, como son componentes, reglas y restricciones. Tras configurar el producto, se debe generar una estructura de materiales (BOM - Bill of Materials) asociada a ese producto y su ruta de fabricación. Para ello los configuradores de productos implementan modelos matemáticos que permiten generar automáticamente las **listas de materiales y sus rutas de fabricación**.

Pero la modularidad, además, permite aprovechar otras ventajas operativas. Si los productos han sido diseñados modularmente, las organizaciones pueden estandarizar los procesos de fabricación y adoptar así **estrategias de aplazamiento** (postponement strategy). Estas estrategias son claves para reducir costes y conseguir una exitosa implementación de la PM (Brun & Zorzini, 2009).

Por otro lado, la estrategia PM condiciona aspectos organizacionales y culturales en las organizaciones. La **producción ajustada** (Lean Production) es una manera eficiente de satisfacer las necesidades de los clientes en contextos de PM (Da Silveira et al., 2001). La estrategia PM dirige cuatro elementos de la producción ajustada: El desarrollo del producto, la cadena de suministro, la gestión de planta y los servicios postventa.

Por lo tanto, de la revisión de la literatura realizada, se deduce que, para llevar a cabo la implementación de PM, hay que tener en cuenta seis conceptos clave, y que estos pueden ser identificados como “facilitadores” en la implementación de la PM: (1) Organización Lean; (2) Estrategias de aplazamiento; (3) Modularización en el Diseño; (4) Configuradores de Productos; (5) Generadores de automáticos de rutas; y (6) Sistemas de Programación y Planificación Avanzada.

A continuación se presenta un mapa conceptual, a modo de resumen, que relaciona estos facilitadores con los dos objetivos básicos que persigue la estrategia de PM: Productos personalizados y costes bajos. Para ello, en dicho mapa conceptual, se han diferenciado los objetivos de la PM en dos grandes ramas. Estas ramas se desarrollan y despliegan identificando las repercusiones operativas que tienen desde el punto de vista de la Dirección de Operaciones. Finalmente, estas ramas terminan en los facilitadores, representando así las soluciones (medios tecnológicos y sistemas de gestión) que, hasta el momento, se pueden identificar en la literatura sobre la estrategia de PM.



Figura 1. Mapa conceptual PM (necesidades del cliente -parte superior, en naranja- frente los elementos de la PM -parte inferior, en verde-) (Fuente: Elaboración propia)

De esta forma, se entiende que la personalización de los productos requiere implicación de los clientes en las fases de diseño de los productos. Esta implicación será mayor cuanto más personalizado sea el producto solicitado, y afectará a diferentes etapas de fabricación. Esto, por tanto, implica diferentes posiciones del PD. La posición PD determina la estrategia de fabricación a seguir para la fabricación, y esto a su vez, caracteriza el proceso de fabricación aguas arriba (sistema “push”) y abajo (sistema “pull”) de él. Para afrontar la PP en sistemas de fabricación PULL son necesarios sistemas APS, ya que los sistemas tradicionales están concebidos para trabajar en base a previsiones y con listas de materiales preestablecidas (característico de estrategias MTS). Además, la personalización de los productos genera elevada información en los departamentos de ventas, produciendo deficiencias en el proceso de toma de pedidos (tiempos elevados en la validación de los pedidos, errores en la transmisión de la información del cliente...) y que además puede afectar al proceso de cumplimiento de pedidos (errores en la transmisión de la información entre ventas y fabricación).

Por ello, los fabricantes de personalizadores en masa deben crear procedimientos para la recogida y transmisión de información que ayuden a coordinar los departamentos de ventas y fabricación, o bien incorporar sistemas de información (pe. configuradores de productos) que simplifiquen y agilicen el manejo de la información. Pero para que una organización pueda incorporar un configurador de productos como complemento a su sistema de información, previamente debe haber adoptado diseños modulares en los productos, ya que estos tienen que ser programados con las partes, módulos y restricciones que determinarán las configuraciones posibles que pueden adoptar los productos. Los configuradores de productos simplifican los procesos de diseño e ingeniería, ya que limitan las posibilidades de personalización

convirtiendo la fase de diseño en una pura configuración del producto dentro de unos límites preestablecidos. Estos configuradores pueden llevar incorporados generadores automáticos de listas de materiales y rutas, que a su vez alimentara al sistema de PP. Además, los configuradores pueden incorporar funcionalidades adicionales, como son módulos para determinar precios y/o módulos para determinar fechas de entrega (proceso Comprometer Pedidos).

Desde el punto de vista de costes, los productos personalizados están inversamente relacionados con los costes de fabricación, ya que, a mayor variedad de productos, mayores costes operativos se requieren. La reducción de costes se consigue, principalmente, a través de economías de escala (estandarización de componentes y procesos) y con una buena gestión de los recursos. Las organizaciones intentan conseguir economías de escala en la compra de componentes, pero en contextos de PM, el aumento de la variedad de productos provoca un aumento en la variedad de componentes que debe ser atajada adoptando diseños modulares en sus productos. Los diseños modulares permiten por tanto reducir la gama de componentes (estandarizando) y con ello reducir la complejidad en flujo de los materiales. Pero, como se ha mencionado anteriormente, las economías de escala también se pueden conseguir en los procesos. Para ello las organizaciones estandarizan sus procesos y adoptan estrategias de aplazamiento en las etapas de fabricación (retrasando al máximo las tareas de personalización del producto y aprovechando así las ventajas de optimización de los planes de producción que los sistemas de fabricación “push” permiten), y los procesos logísticos (distribuyendo productos de manera estandarizada tan cerca como se pueda del punto de entrega del cliente).

Por ultimo, los modelos de fabricación lean permite ajustar la producción a la demanda del cliente, con un alto grado de personalización, manteniendo el nivel de stock al mínimo y con una flexibilidad que le permita adaptarse a los cambios del mercado con facilidad.

2.2. Gestión de Pedidos y Planificación de la Producción en contextos de PM

Los procesos característicos que entran en juego en una estrategia de PM, según MacCarthy et al. (2003), son seis: (1) Proceso de coger pedidos y coordinación; (2) proceso de desarrollo/diseño producto; (3) proceso de ingeniería fabricación; (4) procesos de gestión; (5) procesos de fabricación y (6) procesos de postventa. Según Blecker & Abdelkafi (2006) la estrategia de PM se despliega a través de seis procesos que deben ser coordinados y gestionados de manera eficiente: (1) Procesos de Desarrollo, con las actividades necesarias para el desarrollo de un diseño genérico que contemple el concepto de modularidad; (2) procesos de interacción, que forman un “espacio” en el que existen un conjunto de alternativas que puede ser elegidas por el cliente; (3) procesos de compra, que se ven simplificados al centrarse en la compra de módulos en vez de partes gracias a la modularización; (4) procesos de producción; (5) procesos logísticos y (6) procesos de información. Estos procesos, aunque no se identifican como parte de la GP, son los que desde una perspectiva general podrían conformar el proceso de GP. La heterogeneidad de los productos solicitados por los clientes en contextos de PM hace que la interacción entre los diferentes procesos no sigan la misma secuencia cada vez, es decir, la combinación de cómo y cuándo ellos interactúan para proveer un producto o un servicio debe cambiar en respuesta a lo que cada cliente quiere y necesita (Pine et al., 1993). En este sentido, las dos clasificaciones mostradas arriba, consideran necesario un proceso de gestión (MacCarthy et al., 2003) o procesos de información (Blecker & Abdelkafi, 2006), que son los que relacionan (o automatizan) todos los procesos y los sistemas de información de la empresa, con el objetivo de dotar al proceso de GP de la flexibilidad y adaptabilidad que necesita.

Como se ha mencionado en el apartado 2.1, una herramienta característica en el ámbito de la PM es el configurador de productos. El configurador es el encargado de gestionar los flujos de

información entre la interfase cliente-ventas (proceso de toma de pedidos) y ventas-diseño (procesos de desarrollo), diseño-fabricación (proceso de ingeniería de fabricación), y por tanto simplifica el proceso de GP y evita errores en la transmisión de la información entre los distintos departamentos implicados (Forza & Salvador, 2008). Pero además, es importante que los configuradores lleven asociadas unas funcionalidades extras que les permitan generar valor en el cliente, como por ejemplo, funciones para determinar el precio de los productos y/o determinar fechas y cantidades de entrega (Steger-Jensen & Svensson, 2004).

El proceso encargado de determinar cantidades y fechas de entrega es conocido como proceso de comprometer pedidos (Order Promising u OP). En contextos de PM, el proceso OP es una parte muy importante que integra (o relaciona) ventas y producción (Steger-Jensen & Svensson, 2004). Esta relación se consigue a través de la funcionalidad conjunta entre los configuradores de productos y los sistemas APS. Indican que para ello es necesaria una funcionalidad del ATP (Available to Promise) y CTP (Capable to Promise) combinadas, que permita el cálculo de las fechas y cantidades de entrega con una estructura de costes flexible.

En (Meyr, 2004), se analizan las características que debe poseer el proceso OP cuando este tiene que comprometerse con el cliente en el mismo momento que se hace la propuesta de pedido. Aseguran que para ello, el proceso de OP debe ser automatizado y centralizado, y que la utilización de información de ATP/CTP de manera combinada puede mejorar la precisión en la determinación de fechas.

Respecto a la PP, según (Mula et al., 2004), los sistemas de PP tradicionales, tales como los MRPII (Planificación de Recursos de Fabricación) o los ERP (Planificación de Recursos de Empresa), no son eficientes en contextos de PM. Según H.-P. Wiendahl et al. (2007), para dotar a las organizaciones y las cadenas de Suministro (CS) de flexibilidad y adaptabilidad, los sistemas de planificación y control de la producción deben ser adaptativos y proactivos, para ello estos sistemas deben ser modulares, escalables y ajustables. Lyu & Chen (2008) aseguran que, en contextos de PM, son necesarios sistemas de planificación en tiempo real, que soporten eventos inesperados. Por esto, son necesarios sistemas APS que complementen al módulo de PP de los sistemas ERP.

Olhager (2003) considera que los sistemas de PP están caracterizados por la posición del PD, ya que deberían ser sustancialmente diferente aguas arriba (sistemas “push”) y abajo (sistemas “pull”) del PD. En esta misma línea, Quante et al. (2009) presentan un marco conceptual en el que listan un número de atributos que consideran relevantes y que caracterizan los modelos de PP.

Por lo tanto, de la revisión de la literatura realizada, se deduce que en contextos de PM, los conceptos que afectan o condicionan los procesos de GP y/o PP, son cuatro: (1) Estrategias de aplazamiento; (2) puntos de desacople; (3) configuradores de productos; y (4) modularización.

A continuación se presenta un mapa conceptual que relaciona estos conceptos con los procesos de PP y GP, del que forman parte los siguientes subprocesos: Coger pedidos, diseño/desarrollo producto, ingeniería de fabricación, comprometer pedidos, seguimiento del pedido, gestión de compras.

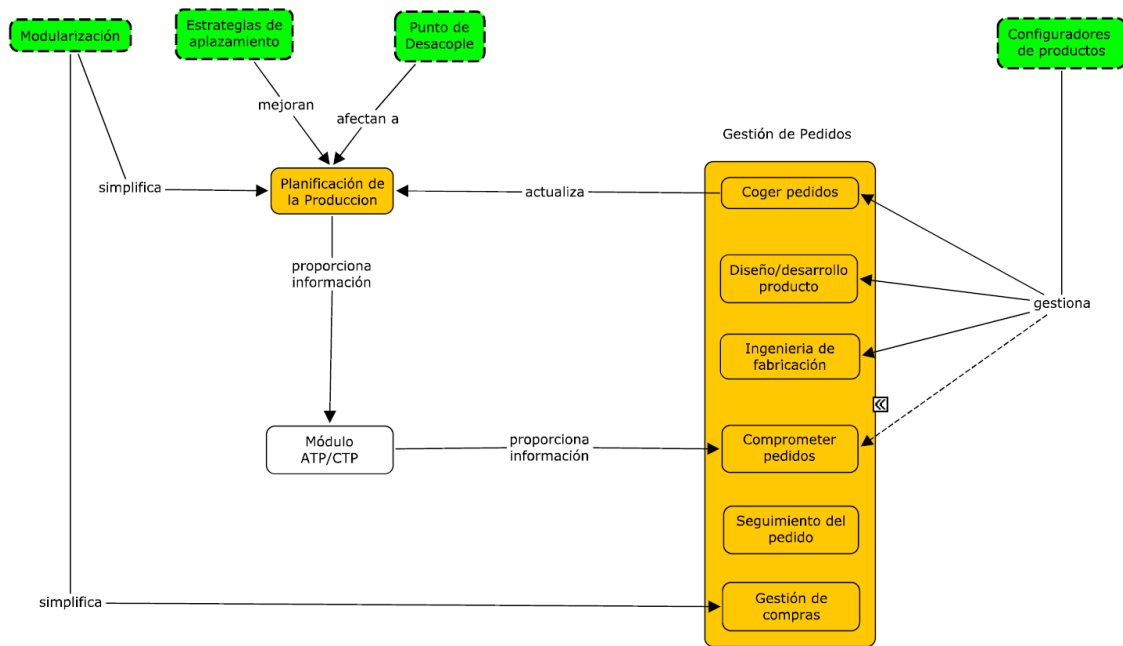


Figura 2. Relación elementos de PM (parte superior - en verde) con los procesos de GP y PP (en naranja)
(Fuente: Elaboración propia)

Como se representa en la figura 2, los sistemas de PP se ven afectados por el PD, las estrategias de aplazamiento y por la modularización. A su vez, los configuradores aparecen como integrador de parte del proceso de GP y por tanto modificaran el proceso general de GP. La modularización, además, afectara en la manera en que compras selecciona y se relaciona con sus proveedores. Por otra parte, el mapa representa una relación clara entre el proceso de PP y la GP, la cual se produce a través de la intermediación del proceso de comprometer pedidos. En el siguiente apartado se analiza con mayor detalle la incidencia que estos elementos de la PM tienen en los procesos de PP y GP, así como la relación que se establece entre ellos.

3. Incidencia de la PM en los procesos de Gestión de Pedidos y Planificación de la Producción

De la revisión de la literatura sobre PM realizada en el apartado 2.1 se deduce que la utilización de una estrategia de PM suele implicar el manejo de seis conceptos: (1) Organización Lean; (2) Estrategias de aplazamiento; (3) Modularización en el Diseño; (4) Configuradores de Productos; (5) Generadores de automáticos de rutas; y (6) Sistemas de Programación y Planificación Avanzada.

De estos seis conceptos, en el apartado 2.2 de revisión de la literatura (en el que se han consultado trabajos que estudian la PM desde una perspectiva de procesos de negocio), aparecen los de: configuradores de productos, modularización en el diseño, estrategias de aplazamiento y PD. En el presente apartado se analiza cómo cada uno de estos cuatro conceptos influye en los procesos de PP y GP en contextos de PM.

El uso de los configuradores de productos en el ámbito de PM modifica sustancialmente el proceso de gestión de pedidos, básicamente en las fases iniciales en las que el cliente solicita información sobre las posibilidades de configuración del producto y fechas de entrega

(proceso de OP). En dichas fases, el configurador de productos suministra la información solicitada al cliente, descargando de estas tareas al departamento comercial/ventas y modificando la forma en que éstas se realizan.

El concepto de PD, mediante el cual queda definida la estrategia de fabricación, influirá en la manera en que se llevan a cabo tanto el proceso de gestión de pedidos, como el de planificación. Evidentemente, en un contexto de PM, las estrategias de fabricación con alto grado de personalización del producto prevalecen frente a las estrategias de estandarización. Esto conduce, por un lado, a que el proceso de PP deba basarse más en pedidos en firme que en datos previsionales y, por otro, a considerar la fabricación modular. Además, la variedad de los productos, y más concretamente las opciones de personalización, provocarán un movimiento del PD dentro del proceso de fabricación que deberá ser soportado por el sistema de PP, requiriendo éste mayor flexibilidad y adaptabilidad a los cambios en la demanda del cliente. El proceso de GP, y en concreto el OP, utilizará más el CTP que el ATP ya que, con fabricación modular y productos personalizados, no se tiene producto final almacenado disponible para prometer (ATP).

En cuanto a las estrategias de aplazamiento, no parecen tener una influencia directa en los procesos de GP y PP, pero sí deberán ser tenidas en cuenta, ya que permitirán obtener planes de producción mejores que a su vez permitirán ahorrar en costes y mejorar los tiempos de suministro de los productos.

El concepto de modularización influye mínimamente en el proceso de GP, afectando únicamente al proceso de gestión de compras. Esto se debe a que los módulos poseen una complejidad mayor de fabricación y a que, por ello, influirán en la selección de los proveedores.

Tampoco el concepto de modularización influye en el proceso de PP, aunque sí en la información utilizada y generada en este. La modularización aplicada al diseño, es una jerarquización y simplificación de la estructura de materiales de los productos finales que permite que, en base a previsiones, se planifique el suministro de módulos, eliminando así parte de la incertidumbre que presenta la personalización en la planificación de partes y componentes.

Por otra parte, en los sistemas de producción tradicionales, en los que la PP de los productos finales o de sus componentes se hace contra stock, las relaciones entre los procesos objeto de estudio se pueden producir desde cuatro ángulos o perspectivas diferentes (Alarcón et al., 2007): (1) el OP necesita información sobre disponibilidades de recursos (ATP/CTP/DTP o Delivery to Promise) para poder comprometer los pedidos; (2) una vez alcanzado el compromiso con el cliente, la propuesta de pedido se convierte en un pedido (comprometido o en firme) pendiente de satisfacer. Este pedido deberá ser incluido en el Plan Maestro de Producción para su cumplimentación; (3) El OP puede incluso, proponer u ordenar una modificación del plan maestro o de planes superiores (más agregados) en función de la magnitud o importancia de la propuesta o propuestas de pedido que se esté negociando y 4) el OP puede utilizarse como una herramienta de captura de información que inicie un ciclo de retroalimentación hacia el sistema de PP, con el fin de afinar futuros planes y mejorar el servicio al cliente y la eficiencia de la empresa.

Al igual que en los sistemas de producción tradicionales, bajo estrategias de PM también se puede apreciar una relación clara entre el proceso de GP y el de PP, a través del proceso OP (figura 2). Esta relación es la que hace posible comprometerse con el cliente en cuanto a cantidades concretas de un determinado producto y fechas de entrega. De igual forma, el resto de relaciones entre estos procesos se mantienen en contextos de PM. Pero habrá que tener en cuenta que, cuando se utiliza un configurador de productos, éste interactuará con el sistema de

PP, consultando el plan maestro y actualizándolo cuando el cliente confirme su pedido, sustituyendo en esta tarea al proceso de comprometer pedidos. Un escenario a considerar es, que en presencia de un configurador funcionando en tiempo real, la disponibilidad de la información sobre la fecha de entrega debe ser inmediata, y esto requerirá automatizar el proceso del OP implícito ahora en el configurador así como las conexiones entre el configurador y el proceso de PP.

4. Conclusiones

Se han identificado numerosos trabajos que definen y analizan los sistemas de fabricación en contextos de PM. Sin embargo, son escasos los que estudian la PM desde una perspectiva de gestión de procesos negocio, mediante la cual se puedan estudiar las relaciones y conexiones que existen entre los diferentes subprocesos y/o actividades que forman parte de los procesos de negocio de las organizaciones.

En el presente trabajo se ha revisado la literatura con el fin de analizar cómo influye la adopción de la PM en dos procesos de negocio fundamentales para la Dirección de Operaciones: la GP y la PP. La revisión de la literatura se ha llevado a cabo de dos fases o apartados; en el primero se han revisado trabajos que tratan de la estrategia de PM con el fin de identificar los conceptos más importantes de dicha estrategia y, en el segundo, se han revisado trabajos que tratan de procesos de negocio en el ámbito de la PM con el fin de identificar cómo la PM y sus principales conceptos influyen en ellos. Para cada uno de estos apartados, se ha desarrollado un mapa conceptual que reúne y relaciona los principales conceptos identificados.

De la literatura consultada en estos dos apartados se desprende que los elementos de la estrategia de PM que afectan a los procesos de negocio son: configuradores de productos, modularización en el diseño, estrategias de aplazamiento y PD. Una vez identificados los cuatro elementos que influyen en los procesos de negocio en general, se ha comentado cómo cada uno de estos elementos influye en los procesos objeto de estudio, la GP y la PP.

De esta forma, el proceso de GP se verá modificado principalmente por los configuradores de productos en el sentido en que soportan los procesos iniciales propios de los departamentos de ventas, diseño e ingeniería de fabricación. Particularmente, el proceso de OP se verá influenciado por la posición del PD ya que debe utilizar más la información de CTP que de ATP, a medida que el PD se encuentra aguas arriba de proceso de fabricación. A su vez, el PD caracterizará al proceso de PP, debiendo ser éste lo suficiente flexible y adaptativo como para soportar diferentes estrategias de fabricación de los productos. Además, el proceso de compras se verá caracterizado por la modularización debido a que la complejidad de los materiales será mayor, y en algunos casos, requerirá acuerdos de colaboración con los proveedores en temas de calidad y desarrollo de productos.

Respecto a la relación entre la GP y PP, se ha encontrado que, al igual que en los sistemas de fabricación tradicionales, el elemento de conexión es el proceso OP. Si bien, en presencia de un configurador de productos que sustituya al proceso de OP, el configurador interactuará con el sistema de PP, consultando el plan maestro y actualizándolo cuando el cliente confirme su pedido, sustituyendo en esta tarea al tradicional proceso de comprometer pedidos.

Al conocer las implicaciones de utilizar la PM en los procesos de PP y GP, las empresas interesadas en adoptar una estrategia de PM, podrán evaluar mejor las implicaciones de dicha adopción en dichos procesos, pudiendo así rediseñarlos adecuadamente para mejorar su eficiencia y, en definitiva, alcanzar todas las ventajas posibles de la PM.

Como línea de trabajo futura y en el marco del proyecto PERMACASI (DPI 2008-06788-C02-01), una vez identificados los elementos de la PM que influyen en los procesos de PP y GP, se abodará el diseño de estos dos procesos para una empresa del sector cerámico que desea incorporar la estrategia de PM a una parte de su sistema de fabricación.

Referencias

- Alarcón, F., Alemany, M.M.E. & Ortiz, A. (2007). El Proceso de Comprometer Pedidos (Order Promising) y su relación con la Planificación de la Producción. *XI Congreso de Ingeniería de Organización*.
- Blecker, T. & Abdelkafi, N. (2006). Mass Customization: State-of-the-Art and Challenges. En *Mass Customization: Challenges and Solutions*. págs. 1-25.
- Brun, A. & Zorzini, M. (2009). Evaluation of product customization strategies through modularization and postponement. *International Journal of Production Economics*, 120(1), 205-220.
- Chang, J.F. (2006). *Business process management systems*, CRC Press.
- Coronado, A.E. et al. (2004). Enabling mass customization: extending build-to-order concepts to supply chains. *Production Planning & Control*, 15(4), 398-411.
- Da Silveira, G., Borenstein, D. & Fogliatto, F.S. (2001). Mass customization: Literature review and research directions. *International Journal of Production Economics*, 72(1), 1-13.
- Dekkers, R. (2006). Engineering management and the Order Entry Point. *International Journal of Production Research*, 44(18/19), 4011-4025.
- Duray, R. et al. (2000). Approaches to mass customization: configurations and empirical validation. *Journal of Operations Management*, 18(6), 605-625.
- Forza, C. & Salvador, F. (2008). Application support to product variety management. *International Journal of Production Research*, 46(3), 817.
- Heizer, J.H. & Render, B. (2001). *Operations management*, Prentice Hall.
- Kumar, A., Gattoufi, S. & Reisman, A. (2007). Mass customization research: trends, directions, diffusion intensity, and taxonomic frameworks. *International Journal of Flexible Manufacturing Systems*, 19(4), 637-665.
- Lyu, J. & Chen, P. (2008). Business application integration in the demand-driven environment — a case study. En *Industrial Engineering and Engineering Management, 2008*. págs. 1505-1509.
- MacCarthy, B., Brabazon, P.G. & Bramham, J. (2003). Fundamental modes of operation for mass customization. *International Journal of Production Economics*, 85(3), 289-304.
- Meyr, H. (2004). Supply chain planning in the German automotive industry. *OR Spectrum*, 26(4), 447-470.
- Olhager, J. (2003). Strategic positioning of the order penetration point. *International Journal of Production Economics*, 85(3), 319-329.
- Piller, F. (2004). Mass customization: Reflections on the state of the concept. *International Journal of Flexible Manufacturing Systems*, 16(4 SPEC. ISS.), 313-334.
- Pine, B.J., Victor, B. & Boynton, A.C. (1993). Making Mass Customization Work. *Harvard Business Review*, 71(5), 108-118.

Quante, R., Meyr, H. & Fleischmann, M. (2009). Revenue management and demand fulfillment: matching applications, models, and software. *OR Spectrum*, 31(1), 31-62.

Salvador, F., Forza, C. & Rungtusanatham, M. (2002). Modularity, product variety, production volume, and component sourcing: theorizing beyond generic prescriptions. *Journal of Operations Management*, 20(5), 549-575.

Steger-Jensen, K. & Svensson, C. (2004). Issues of mass customisation and supporting IT-solutions. *Computers in Industry*, 54(1), 83-103.

Wiendahl, H. et al. (2007). Changeable Manufacturing - Classification, Design and Operation. *CIRP Annals - Manufacturing Technology*, 56(2), 783-809.