

Configuraciones Productivas - Conceptos Y Tipologías Fundamentales

Los sistemas de producción son sistemas que están estructurados a través de un conjunto de actividades y procesos relacionados, necesarios para obtener bienes y servicios de alto valor añadido para el cliente, con el empleo de los medios adecuados y la utilización de los métodos más eficientes.

En las empresas, ya sean de servicio o de manufactura, estos sistemas representan las configuraciones productivas adoptadas en torno al proceso de conversión y/o transformación de unos inputs (materiales, humanos, financieros, informativos, energéticos, etc.) en unos outputs (bienes y servicios) para satisfacer unas necesidades, requerimientos y expectativas de los clientes, de la forma más racional y a la vez, más competitiva posible.

Si se estudia el contexto empresarial, podrá encontrarse que existen distintos sistemas de producción en las empresas manufactureras y de servicio, respondiendo como es lógico, a características propias de sus procesos y funcionamiento. Así mismo, si se revisa apropiadamente la literatura sobre Administración de la Producción y las Operaciones, se encontrará con cierta diversidad de tipologías respecto a la forma de clasificar las configuraciones productivas. Esto se debe, fundamentalmente, a la variedad de enfoque con que los autores tratan estos temas en sus trabajos, que lejos de clarificar añaden mayor complejidad a dicha problemática. La gran diversidad de procesos existentes y los potenciales criterios de clasificación a considerar hacen que sea difícil encontrar una clasificación exhaustiva que de manera unívoca contemple cada caso concreto.

Woodward (1965), fue probablemente el primer autor en tipificar los sistemas productivos. Descubrió que las tecnologías de fabricación se podían encuadrar en tres grandes categorías: producción artesanal o por unidad (**producción discreta no-repetitiva**), producción mecanizada o masiva (**producción discreta repetitiva**), y la producción de **proceso continuo**. Cada categoría incluye un método distinto de obtener los productos, siendo las principales diferencias, el grado de estandarización y automatización, tipo de proceso y la repetitividad de la producción. La tipología de Woodward distingue entre fabricación unitaria,

de pequeños lotes, de grandes lotes, la producción en serie y aquellos procesos de transformación de flujo continuo. La propuesta de Woodward ha marcado pautas en la comunidad de autores. Gousty y Kieffer (1988), sobre la base de otros criterios, como complejidad e incertidumbre, proponen una nueva tipología para los sistemas industriales, delimitando los principales componentes que configuran la problemática de los sistemas de producción.

Hopeman (1991), Companys (1986), Díaz (1993) y Schroeder (1992), entre otros, optan por diferenciar los sistemas de producción en dos grandes grupos básicos: sistemas **continuos** e **intermitentes**. Otros, como Chase, Aquilano y Jacob (2000), Ochoa y Arana (1996) y Heizer y Render (1997), prefieren clasificarlos en: **repetitivos** y **no-repetitivos**. Los primeros, se refieren a la continuidad en sí del proceso de producción, y los segundos, a la repetitividad o recurrencia del producto y su proceso. Monks (1992), propone otra clasificación de sistemas de producción, identificando el **sistema continuo** (operaciones de flujo), **sistema intermitente** (operaciones de flujo y por lotes), **sistema de trabajo interno** (por lotes o trabajos únicos) y **proyecto** (trabajos únicos). Además, este autor añade que los sistemas productivos son frecuentemente clasificados según destino de la producción, ya sean fabricantes de bienes almacenables (tales como equipos) o fabricantes de bienes por pedido. Otra clasificación muy común, se basa en el sector de actividad, presentándose dos tipos extremos: sistemas de manufactura, encargados de la fabricación y/o montaje de bienes materiales, y sistemas de prestación de servicios.

Por su parte Womack, Jones y Roos (1991), y Doll y Vonderembse (1992), proponen otra clasificación de los sistemas productivos: producción «craft» (**craft system**), producción en masa (**industrial system**), y producción con mínimo desperdicio (**post-industrial system**). Esta clasificación es adecuada para algunos propósitos, tal como explicar las diferencias entre los nuevos sistemas de producción (sistemas de mínimo desperdicio) y los tradicionales (Miltenburg, 1995). También resulta útil para reflejar la evolución y los cambios de paradigmas ocurridos en fabricación desde el modelo inicial de producción artesanal (**craft model**) hasta el modelo más actual denominado producción ajustada (**lean manufacturing**).

Por su parte Gorostegui (1991), ofrece una clasificación que difiere de las anteriores, clasificándolos según varias características propias, tales como: el destino del producto (por

encargo /para el mercado), la razón de producir (por órdenes /almacén), la tipificación del producto (producción estándar /producción en serie) y la dimensión temporal del producto (intermitente /continua). En esta misma línea, Acevedo (1987), propone una clasificación sobre la base de una matriz morfológica que contempla la clasificación del sistema de producción de acuerdo a tres características fundamentales: relación producción-consumo, que considera la respuesta que debe dar el sistema hacia el entorno, ya sea por entrega directa o contra almacén; forma en que se ejecuta la producción; y elemento a optimizar. Al igual que Gorostegui, se combinan características que se refieren a dimensiones externas e internas.

El problema fundamental de estas formas de clasificar el sistema de producción, radica en que aunque son útiles desde el punto de vista de contextualización y caracterización de las unidades de producción, no resultan muy útiles para la realización de análisis competitivo y estratégico en fabricación, ya que, entre otras cosas, al ser demasiado amplias y genéricas, no logran identificar una cantidad finita y discreta de opciones efectivas de sistemas de producción que reflejen las distintas formas existentes de producir los bienes y/o servicios. Además, no tratan en su proceder la interrelación estratégica del binomio «producto-proceso», omitiendo así, las implicaciones potenciales que representa para la empresa la elección de uno u otro sistema de producción, expresadas en términos de las diferentes dimensiones técnicas y empresariales que componen un sistema de producción.

Las clasificaciones muy amplias, no facilitan la formulación de decisiones y acciones precisas y la realización de trade-offs entre ellas y mucho menos, permiten especificar los detalles de la estrategia de fabricación. En tal sentido, la estrategia de fabricación necesita una forma de clasificación del sistema de producción distinta, mucho más desagregada, discreta, detallada, que facilite entrar en detalles en la composición interna del sistema de producción, que permita comparar sus desempeños específicos y para este fin, la clasificación fundamentada en la tipología existente de los procesos de producción, además de ser la más usualmente empleada por investigadores y practicantes, resulta la más apropiada para los propósitos de análisis competitivo y de la estrategia de fabricación.

Quizás la clasificación basada en la tipología existente de procesos de producción más difundida sea la propuesta por Hayes y Wheelwright (1984; pp. 176-179), la cual resulta similar en muchos aspectos a la establecida por Woodward (1965), pero con énfasis básico en las

pautas que siguen los flujos de trabajo en la fábrica. Ellos arribaron a cinco tipos de configuraciones productivas bien definidas: **proyecto**, **taller de trabajo** (job-shop), **lotes** o flujo en línea desacoplado, **línea de ensamblaje** (también denominada en serie, repetitiva o de producción en masa) y **proceso continuo**. Asimismo, destacaron que estas últimas cuatro varían entre dos extremos en lo que a desplazamiento de materiales se refiere, la configuración orientada hacia el producto y la configuración orientada hacia el proceso, cuya diferencia más evidente es la distribución en planta, por producto, para la primera y por procesos, para la segunda.

Buffa (1968), fue sin duda otro de los primeros autores en ofrecer una tipología de sistemas de producción más acorde a lo antes referido. Partiendo de las dicotomías existentes en relación al layout físico de los sistemas productivos, o sea layout por producto vs. proceso, lineal vs. funcional ó continuo vs. intermitente, Buffa destaca que la mayoría de los sistemas productivos son realmente combinaciones de estos estados extremos y en tal sentido, ofrece una clasificación basada en cinco tipos de sistemas diferentes, correspondiendo los dos primeros a sistemas continuos y los restantes a sistemas intermitentes, ellos son: (1) **sistemas de distribución para productos de inventario**, (2) **sistemas de producción-distribución para productos estandarizados de alto volumen**, (3) **taller de trabajo cerrado para productos de inventario**, (4) **taller de trabajo abierto para productos a medida** y (5) **proyectos de gran envergadura**. Cada uno se distingue y diferencia por sus características propias y problemáticas específicas. Los dos primeros se refieren a productos planeados para inventarios, diferenciándose en el alcance de sus operaciones y el grado de control gerencial, los tres restantes se refieren a operaciones intermitentes mayormente dedicadas a obtener productos sobre diseño, a la medida, según requerimientos de clientes. A lo anterior, Buffa añade que dichos sistemas pueden no aparecer en sus formas "puras", sino que comúnmente aparecen como sistemas "mezclados". A esto Hill (1997) añade, que aunque puedan existir sistemas híbridos, orientados a reflejar mejor las necesidades de la fábrica, siempre se deberán clasificar por aquel que predomine, el "proceso base" o también denominado "proceso raíz".

En esta misma línea, Miltenburg (1995) subraya que son dos, entre otros, los factores principales que determinan la amplitud de las similitudes y diferencias entre los sistemas de

producción existentes; ellos son: el tipo de producto que se fabrica y los outputs provistos al mercado. Cada empresa fabrica un tipo de producto diferente y provee diferentes outputs de fabricación a sus clientes. A esto Hill (1993, 1997), añade que la coincidencia entre las dimensiones de mercado y producto con las características del proceso es un requisito esencial para evitar incompatibilidades de enfoque y ser competitivos en manufactura.

Concretando esta parte, un creciente número de autores, entre los que destacan Buffa (1984), Hayes y Wheelwright (1984), Miltenburg (1995), Hill (1993,1997), Cribillers (1997), Domínguez et al. (1998), Hax y Majluf (1999) y Cuatrecasas (1999), han preferido utilizar, de forma general, la clasificación de sistemas de producción fundamentada en la tipología de procesos productivos. El proceso es considerado el factor de mayor relevancia al identificar o caracterizar cualquier sistema de fabricación. Esta relevancia se fundamenta en el hecho de que cada proceso se caracteriza por tener un patrón de flujo material y layout que lo hacen diferente. Asimismo, existe una indisoluble interrelación entre producto y proceso, binomio esencial para análisis estratégico. Tal es así, que el producto y el proceso transitan por similares ciclos de vida compartidos, en los cuales el proceso adopta configuraciones específicas según sea la naturaleza del producto y la fase de su desarrollo en el mercado.

Cada sistema de producción, caracterizado esencialmente por su proceso productivo, conlleva un conjunto de implicaciones para la empresa, en cuanto al comportamiento apropiado de las diferentes dimensiones de fabricación y empresariales (Hill, 1997). Según este enfoque, y haciendo un análisis más detallado de los distintos trabajos y literatura consultada, se ha encontrado que los autores han aceptado por lo general, la existencia de ocho tipologías de sistemas o configuraciones productivas bien definidas: **Proyecto, Job-Shop, Lotes (Batch), Línea acompañada por Equipo, Línea acompañada por Obrero, Configuración Continua, Just in Time y Sistema Flexible de Fabricación.**

Configuración por Proyecto. Producción generalmente de productos únicos de cierta complejidad que requieren gran cantidad de inputs. Estos deben fabricarse en un lugar definido debido a que es difícil o casi imposible transportarlos una vez terminados. Como resultado, y a diferencia de cualquier otro proceso productivo, los recursos que comprende deben trasladarse al lugar de operación, ya que aquí no existe flujo del objeto de trabajo, sino que son los recursos técnicos y humanos quienes acuden al lugar de trabajo. Las actividades

y recursos se gestionan como un todo. Su coordinación adquiere carácter crítico. Existe un connotado interés por el control de los costos y las fechas de terminación.

Configuración de Taller (Job-shop). El sistema de producción Job-Shop fabrica muchos productos diferentes en volúmenes que varían entre la unidad y pocas unidades de cada producto. Consiste en una fabricación no en serie, de lotes pequeños, para pedidos únicos o de pequeñas cantidades. Por lo regular implica productos adaptados, diseñados a la medida del cliente y de naturaleza muy poco repetitiva. Se requieren operaciones poco especializadas, las cuales son realizadas por un mismo obrero o por un grupo pequeño de ellos, los cuales tienen la responsabilidad de terminar todo o casi todo el producto. Como se fabrican productos muy diferentes, los recursos son flexibles y versátiles. El flujo material es irregular, aleatorio y varía considerablemente de un pedido al siguiente. Se requiere que el fabricante interprete el diseño y las especificaciones del trabajo, así como que aplique capacidades del alto nivel en el proceso de conversión. En la producción Job-Shop lo que se trata es de obtener un "producto a medida" del cliente.

Configuración por Lotes. El sistema de flujo en lotes produce menos variedad de producto en volúmenes más elevados que el caso anterior. El mayor volumen se debe a un aumento de la repetitividad en ciertos artículos que se hacen dominantes. Estos productos se fabrican en lotes, que representan unos pocos meses de requerimientos de clientes. En este caso se requieren más operaciones, y éstas son más especializadas, por lo que difícilmente un mismo operario pueda dominarlas todas con una eficiencia aceptable. En tal sentido, el trabajo se divide en diferentes etapas tecnológicas, en las cuales los lotes sufren distintas operaciones. Así la instalación se suele dividir en secciones o talleres, en los cuales se agrupan los equipos con funciones similares. Se suele emplear una combinación de layouts celulares y funcionales. Los layouts celulares se utilizan cuando es efectivo en cuanto a costos disponer el equipo en células, para producir familias de productos. Como hay muchos productos, el equipo y utillaje son mayormente flexibles, de propósito general. El flujo material es desconectado aunque regular, variable de un pedido a otro, aunque existen pautas de flujo para familias de productos y para grandes lotes. Es el sistema más utilizado.

Configuración en Línea Acompasada por el Equipo (LAE). El equipo y procesos están organizados en una línea o líneas especializadas para producir un pequeño número de

productos diferentes o familias de productos. Estos sistemas se usan sólo cuando el diseño del producto es estable y el volumen es lo suficientemente elevado para hacer un uso eficiente de una línea especializada con capacidades dedicadas. Se fabrica a una tasa constante, con un flujo automatizado e intensivo en capital. Los operarios realizan tareas relativamente simples a un ritmo determinado por la velocidad de la línea. El control del ciclo productivo está automatizado, existe alta estandarización y una elevada eficiencia en todo el proceso.

Configuración en Línea Acompasada por Operarios (LAO). Se utiliza cuando el número de productos diferentes es demasiado elevado y los volúmenes de producción demasiado variables para el sistema en línea con flujo acompasado por el equipo. En este sistema, la línea es más flexible que en el caso anterior, y puede funcionar con una variedad de velocidades. La tasa de producción depende del producto particular que se fabrique, del número de operarios asignados a la línea y de la eficacia del trabajo en equipo de los operarios. Aunque los productos sean algo diferentes, son técnicamente homogéneos, usando la misma instalación, personal y la misma secuencia de estaciones de trabajo, aunque alguno de ellos pueda no pasar por alguna que no le es necesaria. El ciclo de productivo está controlado por los operarios a diferencia de la LAE donde dicho control está automatizado, esto hace que sea más flexible y versátil que el anterior.

Configuración de Flujo Continuo. Este sistema es similar al de línea en flujo acompasado por el equipo. Sin embargo, es más automatizado, más intensivo en capital y menos flexible. Cada máquina y equipo están diseñados para realizar siempre la misma operación y preparados para aceptar de forma automática el trabajo suministrado por la máquina precedente. Está diseñado para fabricar un producto o una familia limitada de productos en volúmenes muy elevados. El diseño del producto es muy estable, a menudo es un producto genérico o «commodity». El flujo material es continuo sincronizado, integrado a través de toda la instalación como si fuera un gran proceso tecnológico. Este rígido sistema, se basa en un proceso muy automatizado, costoso y especializado en la obtención de un producto estándar, donde la homogeneidad es total y absoluta, funcionando continuamente con mínima intervención del personal de línea. Generalmente precisa laborar las 24 horas para procurar ser un sistema costeable y eficiente.

Sistema de Producción JIT. Es importante distinguir entre el sistema de producción JIT y las técnicas JIT. Las técnicas denominadas JIT incluyen el control estadístico de la calidad, reducción de los tiempos de cambio de útiles (SMED), polivalencia de los trabajadores, versatilidad de los equipos, estandarización de operaciones, el enfoque de la producción mediante «arrastre» (Kanban), layout celular, mantenimiento autónomo, implicación de todo el personal en las decisiones gerenciales, resolución continua de problemas control automático de defectos, etc. Estas técnicas se usan en el sistema de producción JIT, pero también se usan en otros sistemas. El sistema de producción JIT es mucho más que un agregado de técnicas JIT. Surgido en Toyota Motor Co., es un sistema de flujo lineal (virtual o físico) que fabrica muchos productos en volúmenes bajos a medios. Por su diseño, el sistema JIT fuerza la eliminación de todos los innecesarios ("desperdicios"), y a partir de aquí, impone la mejora continua. Esto conduce naturalmente a costos inferiores, mejoras en la calidad y entregas más rápidas. El sistema JIT es el más difícil de diseñar, implantar y gestionar de todos, y pueden existir diferentes niveles de implantación del mismo.

Sistema Flexible de Fabricación (FMS). El sistema FMS consiste en un grupo de máquinas controladas por computadoras y sistemas automáticos de manejo, carga y descarga de material, todo ello controlado por un computador supervisor. Un FMS puede funcionar sin atención de personal durante largos periodos. Las máquinas, el sistema de manipulación de materiales y las computadoras son muy flexibles, versátiles, lo que permite a un sistema FMS fabricar muchos productos diferentes en bajos volúmenes. Por ser sumamente costoso, se emplea comúnmente en situaciones en las que no pueden utilizarse sistemas de producción en línea de flujo más simples y baratos. Por lo general, se desarrolla en un entorno CIM (manufactura integrada por computador).

Las seis primeras modalidades de sistemas de producción se han denominado sistemas tradicionales ó clásicos y están fundamentados por los enfoques de gestión craft y producción en masa, que van desde la búsqueda de habilidades y capacidades individuales basadas en la funcionalidad del proceso y la pericia del operario, hasta la consecución de alta productividad y eficiencia a través de la optimización de las operaciones y economías de escala. Las dos últimas, **Just in Time (JIT)** y **Sistemas Flexibles de Fabricación (FMS)**, han surgido producto de un nuevo enfoque de gestión de la producción denominado «lean production» o

producción ajustada, surgido en los últimos años y que se basa en la producción con mínimo desperdicio, que busca la eliminación de aquellas actividades que no añaden valor, así como los consumos innecesarios de recursos, que se consideran como despilfarro. Este enfoque ha dado lugar a estos nuevos sistemas productivos, orientados a la obtención de pequeños a medianos volúmenes con alta variedad de productos, empleando para ello un layout de flujo lineal (en lugar de funcional), que resulta más efectivo y eficiente. Se trata de una combinación apropiada de las bondades de sus predecesores. Ambos sistemas, híbridos por naturaleza, están dotados de eficiencia y flexibilidad, y sus diferencias básicas radican en el grado de intensidad tecnológica utilizado en sus operaciones y procesos.

Otros autores como Hill (1997), describen modalidades adicionales de sistemas de producción híbridos que, aunque no sean tan completos como los antes descritos, sí contribuyen por igual a que las empresas ofrezcan un proceso de fabricación que refleje mejor sus necesidades en términos de poder respaldar las características de sus mercados. Entre estos sistemas híbridos destacan la **Fabricación Celular** (basada en la tecnología de grupo), las **Líneas de Transferencia** (o líneas transfer) y los **Centros Maquinadores**.

La aparición de las configuraciones híbridas, resultantes de combinar aspectos de los sistemas básicos o clásicos, ha sido un proceso evolutivo natural en la gestión de la producción en una economía competitiva. Por lo general y mucho más en los tiempos actuales de alta rivalidad competitiva, las empresas tienden a presentar una combinación de procesos y configuraciones en fabricación a fin de tratar de reflejar y cubrir mejor las diversas necesidades y requerimientos de los productos que proveen y venden. Claro está, se debe prestar mucha atención a estas combinaciones de características para evitar incompatibilidades y disfunciones operativas, y debido también, al hecho de que la elección que puedan hacer estará siempre limitada por la dimensión de ingeniería (el proceso deberá poder cumplir con las especificaciones del producto) y por las propias limitaciones técnicas, tecnológicas y empresariales que restringen las posibles opciones.

Estos sistemas de producción, clásicos y modernos, se diferencian entre sí por el comportamiento descrito en las diversas dimensiones técnicas y empresariales, propias del diseño del sistema así como de su funcionamiento, tales como, y por citar algunos ejemplos: la repetitividad de las operaciones y trabajos, el nivel de continuidad o intermitencia en el flujo

material, el tipo de producción predominante, el mismo de producto con que se opera (volumen-variedad), la estructura espacial utilizada, la estructura temporal de la producción, la propia naturaleza del producto que se fabrica y comercializa (estándar, especial ó adaptado), el nivel de especialización de las capacidades, nivel de estandarización de productos, el grado de automatización incorporado, así como las dimensiones de competencia /mercado que se proveen al cliente final, entre otras.

En este trabajo no se ha pretendido abordar, ni mucho menos, todos los tipos de clasificación existentes de sistemas de producción, sino más bien ofrecer una panorámica terminológica sobre el tema y un marco conceptual que constituya una reflexión y punto de partida para futuras investigaciones en este campo.

Bibliografía

Acevedo Suárez, J.A. (1987). Material complementario sobre esquema general de organización. Ciudad de la Habana: Ediciones CUJAE.

Buffa, E.S. (1968). Operations Management: Problems and Models. Westwood, California: John Wiley.

Buffa, E.S. (1984). Meeting the Competitive Challenge. Homewood, Illinois: Irwin.

Chase, R.B., Aquilano, N.J. & Jacobs, F.R. (2000). Administración de producción y operaciones. Manufactura y servicios (8va edición9). Santa Fe de Bogotá: McGraw-Hill.

Cribillers, F. (1997). Gestión de Operaciones. Documentos DEADE. Barcelona: ESADE.

Cuatrecasas Arbós, Ll. (1999). Gestión de la producción: Aspectos estratégicos. En J.L. Álvarez et al. (Eds.), Lo que se aprende en los mejores MBA. Barcelona: Gestión 2000.

Díaz, A. (1993). Producción: Gestión y Control. Barcelona: Ariel Economía S.A.

Doll, W.J. & Vonderembse, M.A. (1992). The evolution of manufacturing systems: towards the post-industrial enterprise. En C.A. Voss (Ed.), Manufacturing Strategy. Process and Content. Londres: Chapman & Hall.

Domínguez Machuca, J.A.; García González, S.; Domínguez Machuca, M.A.; Ruiz Jiménez, A. & Álvarez Gil, María José (1998). Dirección de Operaciones: aspectos estratégicos. Madrid: McGraw-Hill.

Gousty, Y. & Kieffer, J.P. (1988). Una nueva tipología para los sistemas industriales de producción. Revista Francesa de Gestión, Junio. Paris.

Hax, A.C. & Majluf, N.S. (1999). Estrategias para el liderazgo competitivo. De la visión a los resultados. Buenos Aires: Granica.

Hill, T. (1993). Manufacturing Strategy. The strategic management of the manufacturing function. Basingstoke: McMillan.

Hill, T. (1997). La esencia de la administración de operaciones. México: Prentice-Hall.

Hopeman, R.J. (1991). Administración de Producción y Operaciones – Planeación, Análisis y Control. México: Continental S.A.

Miltenburg, J. (1995). Manufacturing Strategy. Portland: Productivity Press.

Monks, Joseph. G. (1992). Administración de Operaciones. Mexico: McGraw-Hill.

Ochoa Laburu, C. & Arana Pérez, Pilar (1996). Gestión de la producción. Conceptos, tipología de problemas, métodos y problemas de implantación. San Sebastián: Editorial Donostiarra S.A.

Palabras clave: Configuraciones productivas; función de Producción & Operaciones;

Tipo de trabajo: Teórico (Journalistic)

DATOS DEL AUTOR.

Andrés Gómez Márquez.

Ingeniero de Sistemas y Telecomunicaciones por la Universidad Cooperativa de Colombia – Bogotá.

Diplomado en Administración y Dirección de Empresas.

Especialista en Redes y Telecomunicaciones - por la Universidad Cooperativa de Colombia – Bogotá.

Especialista en Gerencia de Proyectos – por la Universidad Piloto – Bogotá.

Project Management Professional (PMP) – Certification – por Indudata.

Magíster (MBA) en Administración de Empresas y Negocios por la Universidad Pontificia Javeriana, Bogotá (En Curso).