
BIGDATA e IoT: CLAVES DEL MODELO DE NEGOCIO PARA LA EMPRESA INDUSTRIAL DEL SIGLO XXI

JOAQUÍN ORDIERES-MERÉ

Catedrático de Proyectos de Ingeniería
Universidad Politécnica de Madrid

El modelo de negocio de las empresas industriales ha sido estudiado con profusión en el ámbito económico y algunos autores han llevado a cabo revisiones con tablas comparadas entre las diferentes propuestas (Zott *et al.*, 2011). Existe gran consenso en que todo modelo de negocio se centra en la idea de creación de una propuesta de valor para los clientes

de los productos o servicios que van a ser creados. También existe bastante consenso en la conveniencia de que el modelo de negocio considere la arquitectura de los productos y servicios y de los flujos de información, incluyendo la descripción de los actores del negocio y su importancia (Timmers 1998; Zott *et al.*, 2011).

Dependiendo del tipo de proceso productivo que cada producto requiera, con control ya sea en bucle cerrado o abierto y los requerimientos de calidad que el cliente establezca para cada unidad de producto producido existen diferentes aproximaciones en la dimensión de arquitectura del negocio a los flujos de datos. Así existen sistemas muy tradicionales de fabricación, con elevada inercia y gran estabilidad donde los controles son locales, y el control de calidad se realiza mediante muestreo y sin registro en tiempo real. Existen también otros sistemas que requieren mucho mayor control sobre el flujo de datos de producción, tanto en la línea actual como de su histórico para el producto actual, como pueden ser, por ejemplo, los procesos de acabado de producto siderúrgico plano (González-Marcos *et al.*, 2013).

En este tipo de casos los flujos de información sobre el producto, los sistemas involucrados en su fabrica-

ción, los requisitos etc., son manejados en tiempo real y en ocasiones son utilizados para propósitos de trazabilidad o ajuste de la configuración basada en modelos que aprenden de la propia historia del proceso, condicionada por las características específicas del producto, la configuración y el entorno. En estos casos, a poca densidad de datos por unidad de tiempo que sean precisos para poder implementar este sistema de soporte a la toma de decisiones, la compañía se verá abocada a mantener un entorno de TIC significativo y a tener que gestionar contextos de gran volumen de datos, conocidos como *Bigdata*. A todo ello contribuye el hecho de que la tecnología para la captura de y análisis de la información está ampliamente disponible en niveles de precios cada vez más bajos, lo que posibilita incorporar datos o variables que nunca antes habían sido considerados. La figura 1, en página siguiente, muestra las etapas para alcanzar modelos de negocio sostenibles según Teece, 2010.

Es posible advertir que existen dos claras líneas de desarrollo en la dimensión de innovación y creación de valor: la de los proveedores de servicios y la de los proveedores de productos que son nuestro foco principal aquí. En la medida en que el primero de ellos posee más desarrollo específico en la actuali-

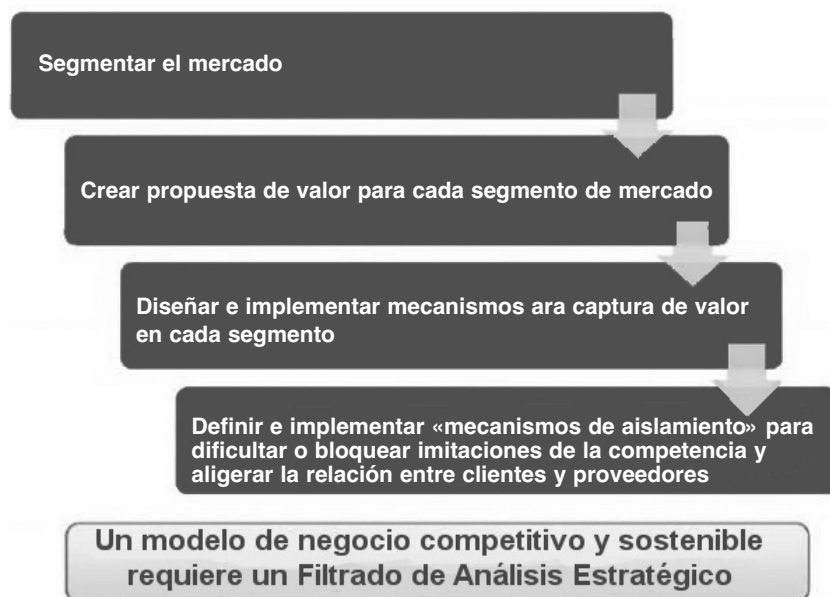


FIGURA 1
ETAPAS PARA ALCANZAR
MODELOS DE NEGOCIO
SOSTENIBLES

FUENTE: Teece, 2010.

dad, lo discutiremos en la siguiente sección para dedicar la ulterior a establecer los paralelismos y su significado para los proveedores de productos. Finalmente platearemos los retos tecnológicos que ello va a significar y después de esa discusión se elaborarán unas conclusiones.

CREACIÓN DE VALOR ↓

En el sector servicios ↓

Empresas basadas en la web, tales como Google, Facebook, etc. han sido los primeros líderes buscando los factores que impulsan la eficacia del servicio, comenzando por dónde colocar los botones de una página web hasta tratar de determinar los contenidos relacionándolos con lo que van a aumentar las ventas o la participación de los usuarios. Las instituciones financieras son también experimentadores activos. Así por ejemplo Capital One, continúa perfeccionando su métodos para la segmentación de clientes de tarjetas de crédito y para adaptar los productos a los perfiles de riesgo individuales. Según Nigel Morris, uno de los cofundadores de Capital One, los equipos multifuncionales de analistas financieros, especialistas en TI, y los vendedores de la compañía llevan a cabo más de 65.000 pruebas de cada año, experimentando con combinaciones de segmentos de mercado y nuevos productos.

El empleo de información en masa proveniente de los clientes (basados en su código postal o en la tarjeta de fidelización) no es nuevo y se utiliza esa información para analizar nuevas oportunidades de negocio, por ejemplo cómo crear las promociones más eficaces de modo específico por segmentos y clientes, cómo establecer decisiones sobre precios, promociones y asignación de posición en el lineal. Así la tienda *on-line* Fresh Direct reduce los tiempos de reacción y va incluso más

allá, ajusta los precios y promociones todos los días o incluso varias veces al día a partir de una fusión de varias fuentes de datos: transacciones en línea, visitas de los consumidores a su sitio *web*, y las interacciones del servicio de atención al cliente. También otras compañías están extrayendo datos de las redes sociales en tiempo real, así Ford, PepsiCo, y SouthWestern Airlines por ejemplo, analizan los indicadores de actividad acerca de ellos en las redes sociales como Facebook y Twitter para medir el impacto inmediato de sus campañas de *marketing* y comprender cómo el sentimiento del consumidor hacia su marca respectiva se ve afectado por aquellas (*sentimental analysis in microblogs*). Estos ejemplos ilustran la necesidad de recibir información de realimentación de los usuarios como vía ágil y eficiente para añadir valor relativo al servicio.

En ese sentido algunas compañías han ido aún más allá, creando nuevos servicios basándose en la información masiva proveniente de los usuarios de otros servicios. Un ejemplo claro es el propio Google, quien utiliza la geoposición y redes wifi próximas reportada por los teléfonos Android para modelizar la velocidad de avance medio en las diferentes calles de una ciudad, de modo que puede mejorar los servicios de navegación urbana a través de la sugerencia de ruta que considera no solo los sentidos de las calles sino esas velocidades ajustadas en tiempo real, lo que supone una aportación de valor muy notable respecto de los navegadores convencionales. En todos los casos se observa el común denominador de aprovechar la información dispersa y no estructurada del usuario para producir mejoras en la calidad del servicio prestado e incluso nuevos servicios.

En el sector del producto ↓

Las empresas que venden productos físicos también están utilizando *Bigdata* para la experimentación ri-

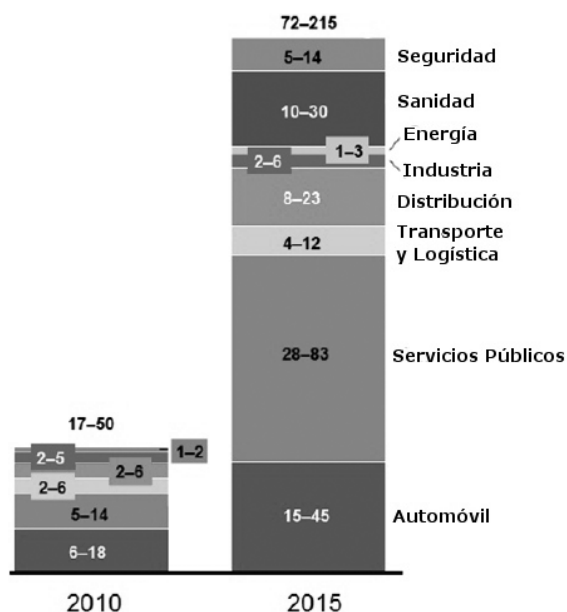


FIGURA 2
EVOLUCIÓN PREVISTA DE LA PRODUCCIÓN DE DATOS POR SECTORES

FUENTE: James Manyika *et al.*, 2011

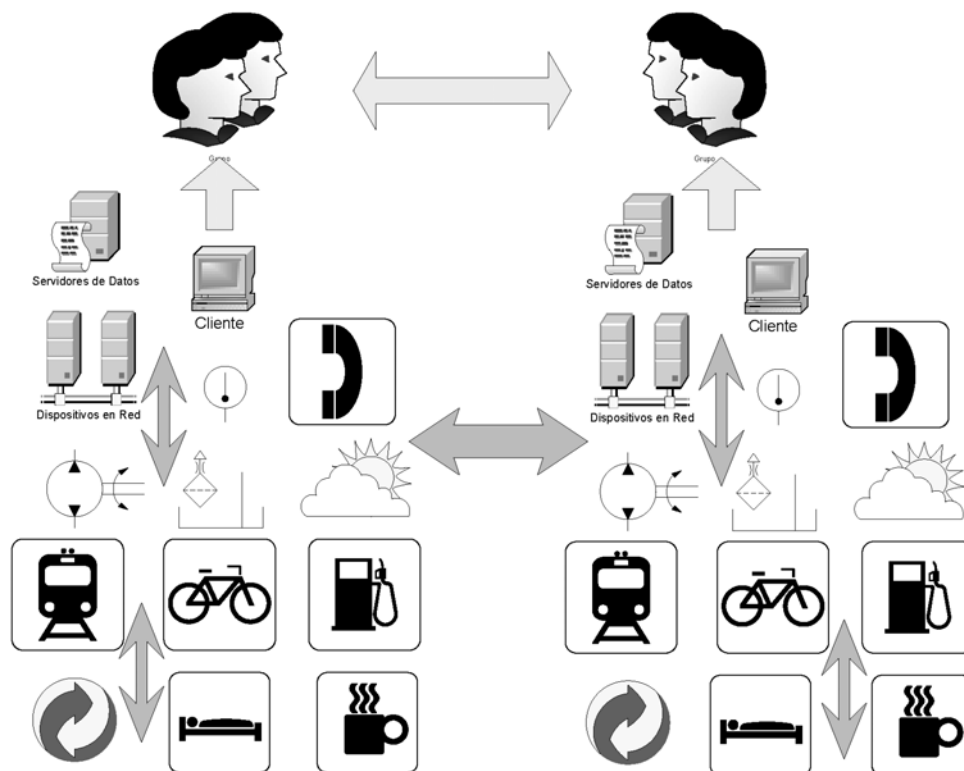
gurosa. La capacidad de reunir datos de los clientes ha mantenido a Tesco, por ejemplo, en las filas de los principales distribuidores de comestibles del Reino Unido. En todo caso, aquí las posibilidades de desarrollo adicional son mucho mayores, gracias principalmente a la revolución que está comenzando a significar el concepto de *IoT* (Internet de las cosas). Más allá de los volúmenes de penetración y de negocio esperados (entre treinta y cincuenta mil millones de dispositivos conectados a internet para 2020 y una cifra de negocio de doce billones de euros en 2022 según las consultoras McKinsey, IMS Research y Cisco), lo cierto es que las posibilidades que se habilitan son ciertamente remarcables. De modo simple, para el sector industrial será cada vez más difícil separar los productos de los datos asociados con éstos y, lo que es aún más importante, en muchos casos el producto será reemplazado por el servicio que pretende proporcionar (pensemos en una compañía que desea construir un nuevo centro de datos –producto- y baraja como alternativa contratar un servicio tipo nube –servicio- que le proporcione la misma funcionalidad sin la inversión y el tiempo de espera necesarios) o bien la intensidad en la demanda de productos cambiará (una reciente encuesta de Cisco entre diferentes naciones y segmentos de población revela que dos de cada cinco jóvenes consideran más importante el acceso a internet que disponer de un coche). Ello implicará un mayor esfuerzo de convergencia en las especificaciones funcionales de los productos, que permitan atraer a más consumidores, según sus gustos o necesidades (recordemos que el sector de automoción ha emprendido una carrera para disponer de vehículos conectados y de ayudas a la conducción que simplifiquen esta al máximo).

Con todo, estos aspectos aún siendo relevantes, no serán los que mayor impacto impliquen en la creación de nuevos productos. Adicionalmente resultan

obvias también las posibilidades que esta era de generación masiva de información tendrá a nivel de logística tanto a nivel de individuo como de compañía –no resulta difícil imaginar escenarios como la nevera consultando la agenda del fin de semana y negociando un ajuste en la agenda del propietario para que se realice una parada en el supermercado y así adquirir determinados productos de acuerdo a la dieta recomendada–. Después de confirmado, la nevera podrá hacer el pedido al supermercado para reducir el tiempo de espera, a modo de «*products on the go*», obviamente para aquellos supermercados que se adapten a ese nivel de diálogo entre dispositivos e indicarle al coche la ruta con la parada prevista en el supermercado, de modo que éste pueda ir actualizando la hora prevista de recogida según se desarrolle la navegación.

El verdadero cambio, no obstante, provendrá de la disposición en tiempo real de datos sobre el uso y la utilización que a los diferentes dispositivos les da cada usuario, así como de los patrones de entorno a que estos son expuestos. Aquellas compañías que sean pioneras en cómo transformar esos datos en nuevas funcionalidades o mejores prestaciones de esos productos para proporcionar el servicio demandado por los consumidores habrán dado un paso de gigante para mantener la competitividad en su segmento de mercado. En realidad esto no será sino la capacidad de llevar al extremo la personalización en masa de los productos producidos en serie para permitir funcionalidades individualizadas. Además los datos proporcionados por los productos personalizados pueden contribuir a establecer las funcionalidades para productos estándar, más globalizados y gobernados por precio. En términos de expectativas de producción de datos, podemos utilizar el informe McKinsey del 2011 (Manyika, J. *et al.*, 2011), que muestra (figura 2) como la expectativa de crecimiento de datos provenientes de sectores industriales es enorme.

FIGURA 3
FLUJOS DE DATOS ENTRE DIFERENTES AGENTES



FUENTE: Elaboración propia.

Podemos imaginar una empresa que desee aprovechar la capacidad creativa de funcionalidad extendida que puedan poseer algunos de sus usuarios a la vez que la disponibilidad en mercado de consumo y a precios asequibles de impresoras 3D, lo que va a permitir que muchos de estos usuarios desarrollen sus propias extensiones. Para ello podrá liberar partes no esenciales de sus diseños, que sin comprometer lo esencial de sus productos, permitan la definición de interface extendida para acomodar los nuevos componentes, obviamente de un modo electrónico que facilite la integración suave con herramientas de diseño y prototipado del usuario.

Hasta la fecha esto no resultaba simple por varias razones, desde la no disponibilidad de tecnología en el lado del usuario hasta la incapacidad del desarrollador del producto de obtener realimentación de esas nuevas funcionalidades. Afortunadamente estas dos barreras están siendo suprimidas gracias a la nueva era del internet de las cosas y este de tipo de desarrollos colaborativos, similares al «crowding» que ha posibilitado Wikipedia o Linux, podrá ocurrir también en el ámbito de los productos. En este contexto no es difícil imaginar flujos de datos como los mostrados en la figura 3.

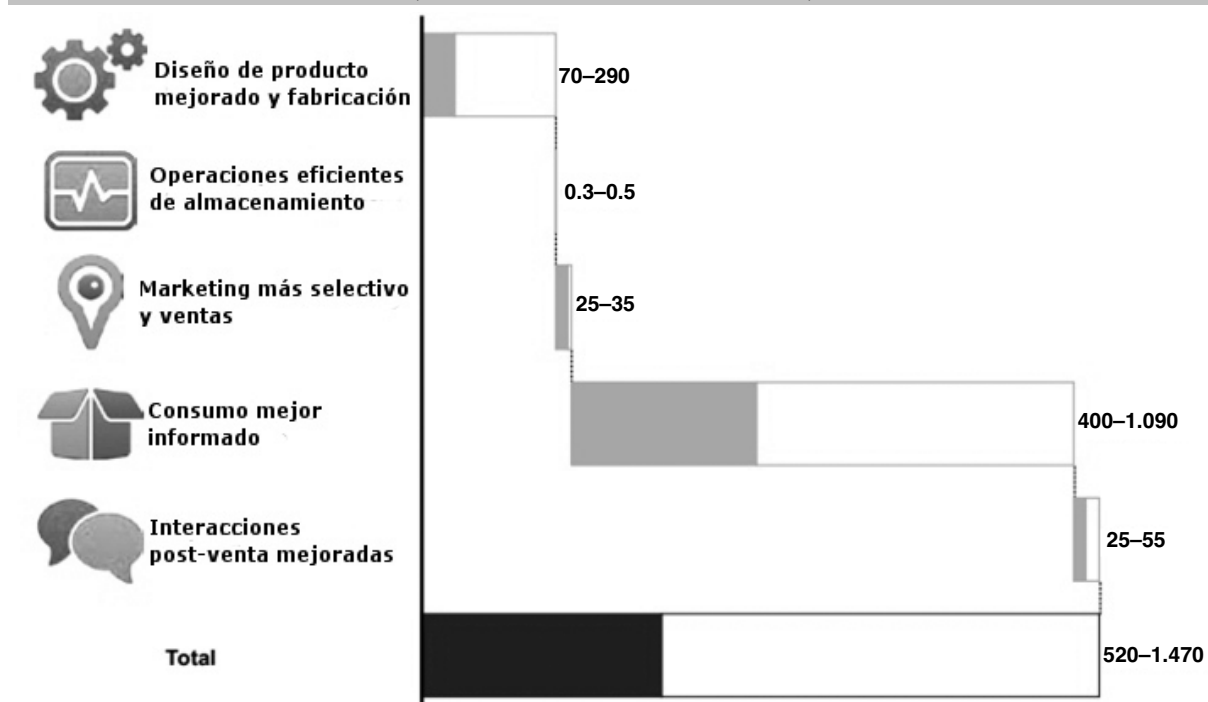
Es preciso notar que los flujos de datos reflejados en la parte superior (color gris metálico) son los habituales en nuestra sociedad, estableciéndose entre per-

sonas o desde objetos a personas, es decir el protagonista indiscutible de la comunicación es, de uno u otro modo, el humano para el que se ha configurado el mensaje. Pues bien, la innovación que supone *IoT* es que el destinatario se ensancha y ya no solo será un ser humano sino que los objetos intercambiarán comunicaciones entre sí y con objetos pertenecientes a otros dominios de responsabilidad.

El impacto económico de esta transformación ha comenzado a ser estimado por algunos autores (Manyika *et al.*, 2013), que cifran el potencial de negocio por áreas y para productos de consumo según se muestra en la figura 4. En la misma se puede observar que las áreas de crecimiento previsto más espectacular están asociadas tanto al diseño y producción mejorada de productos como al uso más eficiente de los mismos, derivado de la mayor información disponible.

En la actualidad, los productores de productos de consumo, y no solo los prestadores de servicios, se han comenzado a interesar por obtener algún tipo de información sobre la percepción que los usuarios tienen de sus productos, no solo ya a través de las socorridas encuestas, ya sean físicas o electrónicas en sus múltiples variantes, sino a través de explorar diversas fuentes de opinión en mensajes abiertos sobre plataformas como facebook, twitter, google+, weibo, sina weibo, etc., especialmente entre aque-

FIGURA 4

FACTORES DE CAMBIO PARA EL DESARROLLO DE PRODUCTOS DE CONSUMO
(DATOS EN MILES DE MILLONES DE EUROS)FUENTE: Manyika *et al.*, 2013

Los usuarios que pueden tener un impacto mayor por tener, *a priori*, un elevado círculo de influencia. Si bien esta será una tendencia creciente en el futuro el «*sentimental analysis*» se encuentra dando los primeros pasos, ya que debe integrar aspectos relacionados con productos, pero no deja de ser un servicio y que implica el empleo de sofisticadas técnicas de análisis en el campo de la inteligencia de negocio (*Business Intelligence*) que se denominan Análisis cuantitativo de negocio (*Business Analytics*).

Además de las dificultades intrínsecas de ser un problema longitudinal y con potencial de crecimiento hasta entrar en el ámbito de los grandes volúmenes de datos (*Big Data*), la problemática a la que se enfrenta tiene también que ver con las peculiaridades de cada lengua para expresar opiniones y percepciones, además de la sutileza del ser humano que es capaz de emplear dobles sentidos para querer decir una cosa diciendo casi la contraria. Esta problemática supone un reto para estas técnicas antes mencionadas cara a recabar opiniones e ideas de mejora para los productos en el futuro inmediato. Así los algoritmos intentan representar la semántica del lenguaje, ya sea mediante mensajes explícitos en los que las técnicas de marcado de parte del discurso (*POS: Part of Speech Tagging*) prometen aportar interesantes ideas, o ya sea mediante mensajes implícitos, que requieren el empleo de técnicas más sofisticadas de extracción, empleando ontologías específicas para el producto o el sector. En todo caso se trata de herramientas con gran proyección de

desarrollo por el valor de inmediatez que pueden aportar al desarrollador del producto en relación con sus características y funcionalidades que proporciona.

Por otro lado, otro aspecto nada despreciable es la capacidad de reducción de averías o fallos sobre los productos en servicio, al poder el fabricante monitorizar el uso y el desempeño de los mismos. De este modo podrá, de nuevo aplicando técnicas de *Business Analytics* elaborar atributos (*features*) que permitan estimar la pérdida de funcionalidad o la probabilidad de avería antes de que se produzca, pudiendo así realizar actividades de gestión como advertir al dispositivo o al usuario de la posible incidencia y de la probabilidad de la misma. Esto en la actualidad se lleva a cabo en instalaciones industriales donde el ambiente es controlado y el sistema de obtención de atributos puede ser desplegado sin interferencias (González-Marcos *et al.*, 2014; González-Marcos *et al.*, 2013 y Ordieres-Meré *et al.*, 2013). *IoT* va a permitir extender hasta límites insospechados las estrategias de mantenibilidad de productos y sistemas, así como potenciar el diseño desde la experiencia que determinadas funcionalidades y componentes proporcionan, lo que redundará en ciclos de diseño más cortos y con prestaciones más ajustadas a las necesidades de los usuarios, lo que redundará en un incremento del consumo de los mismos, como se refleja en la figura 4.

Asimismo, el aprendizaje sobre el modo en que los usuarios evolucionan el uso de cada producto va a

proporcionar información al fabricante no solo sobre su vida residual sino sobre los patrones de utilización y, combinando esta información con aspectos complementarios como localización, estado de ánimo, etc. Se podrá avanzar hacia productos más inteligentes que adapten su comportamiento a las necesidades del usuario. En realidad este no es sino un paso hacia la «servitización» de los productos, en la medida en que el usuario adquiere el mismo, en general, no tanto por la satisfacción de poseerlo sino por las prestaciones que su utilización le reportará. Es decir, en realidad su motivación está más asociada al servicio que el producto le prestará que al propio producto en sí mismo.

En realidad la capacidad de comunicación de los productos será un revulsivo sin precedentes para acercar esos dos segmentos de mercado, productos y servicios, en una especie de combinación que reportará beneficios enormes, como se muestra en la figura 4 anterior (consumo mejor informado). El ejemplo más evidente de esta situación lo constituyen los teléfonos inteligentes, que al incorporar múltiples sensores como cámara, geolocalización, acelerómetros, etc., son usados para ayudar a localizar a montañeros extraviados (servicio de rescate), ayudar en la navegación a su usuario, con la realidad aumentada y el reconocimiento de la posición, la dirección y la imagen capturada, etc. Como se aprecia se trata de múltiples servicios asociados al mismo producto. Resulta simple imaginar que cuantos más productos se vuelvan activos, mayor será la posibilidad de integrar información entre ellos y mejorar el servicio ofrecido a sus usuarios como consecuencia, pero estas prestaciones deben ser configuradas y la infraestructura tecnológica para la gestión de esos flujos de información deben ser concebidos por el fabricante del producto, de otro modo no podrá obtener ventaja competitiva del mismo.

La realidad de la irrupción de *IoT* en los productos, tanto industriales como de consumo requieren que los fabricantes reconfiguren la propia estrategia del negocio, para liderar su transformación y obtener ventajas competitivas intrasectoriales del mismo.

RETOS TECNOLÓGICOS E IMPACTO EN LA GESTIÓN ¶

Los sistemas de planificación empresarial y de gestión de la cadena de suministro habían sido diseñados para gestionar la producción de una variedad limitada de productos con componentes claramente definidos. Así, transformar una orden de producción individualizada de un cliente para convertirla en la lista de materiales e instrucciones de fabricación era en aquellos tiempos el reto principal. Por el contrario en la actualidad compañías como Just in Time Co., Business Consulting y Configure One por ejemplo, han desarrollado herramientas de *software* que permiten el seguimiento de atributos de diseño específicos para diferentes productos y su transformación en componentes e instrucciones de fabricación específica. Estos sistemas conectan el configurador

de productos con los sistemas de gestión de producción y de cadena de suministros, lo que no significa únicamente que el personal de producción conoce qué tiene que producir sino que los clientes se les pueden prometer plazos de suministro mucho más realistas e incluso con actualización periódica de la información.

En este sentido y en conexión con lo descrito en la sección precedente, existen estudios de autores (Consentino, 2013) que muestran que el 39% de las empresas valoran como principal motor de cambio en el corto plazo la información extraída del análisis cuantitativo del negocio, en particular en lo relacionado con las nuevas fuentes de información y las nuevas tecnologías en el procesamiento de datos, almacenamiento, redes, bases de datos y software de análisis, estos aspectos se combinan para ofrecer las capacidades para el uso de información de un modo que nunca antes posible. Para las empresas, la prioridad de análisis cuantitativo del negocio se ve reforzada por una intensa competencia en varios frentes, por lo que necesitan saber lo más posible acerca de precios, estrategias, clientes y competidores. En este sentido, las capacidades exploratorias sobre los datos, principalmente en términos visuales, serán de gran relevancia, más aún de lo que lo son en la actualidad. Dentro de la propia organización, el departamento de TI y las líneas de negocio trabajan cuestiones como la brecha de habilidades analíticas, la simplificación de la información, la aparición de métricas de tiempo-valor, etc., que tienen también su traducción en términos de capacidad de respuesta de la compañía a los retos a que enfrenta. Este análisis cuantitativo cada vez está más próximo debido al volumen que supone la tecnología «*Big Data*» y al procesamiento en nube, ya sea pública o privada.

Los requerimientos de personalización descritos obligan a profundizar en el diseño de los sistemas de producción flexible, de modo que se pueda producir pequeñas series de producción para poder desarrollar personalización masiva del producto y que los márgenes operativos sean positivos. Existen sectores que han sido punta de lanza en desarrollar esta flexibilidad, como es el caso del sector de automóvil. Así Ford y General Motors entre otros han invertido en robots programables dinámicamente con intercambio de herramientas que pueden cambiar ágilmente entre modelos y variantes del mismo modelo sin pérdida de eficiencia. Estas experiencias se están extendiendo ahora a otras industrias que han incorporado sistemas de fabricación flexible con optimización ajustada a los requisitos de los clientes, para conjugar ambos intereses.

Es obvio que las transformaciones descritas en los apartados anteriores, y que ya han comenzado a producirse no son neutras desde el punto de vista de las labores de gestión organizativa. Así los modelos de negocio tradicionales, segmentados por canales de distribución tipificados con márgenes comercia-

FIGURA 5

IMAGEN DEL PROTOTIPO DE DRONE-OCTOCOPTER PARA EL PROYECTO PRIMEAIR



FUENTE: Bezos, 2013. (<http://alt1040.com/2013/12/amazon-prime-air/>).

les para balancear adecuadamente la disponibilidad de producto, los costes de distribución, el servicio post-venta y la atención comercial en las proximidades del consumidor pueden experimentar un significativo impacto derivado del cambio de contexto en el que el fabricante perdía el control del producto, que era gestionado según el canal seleccionado para el mismo, a uno en el que es el propio producto el que mantiene puntualmente actualizada la información relevante para beneficio tanto del productor como del usuario.

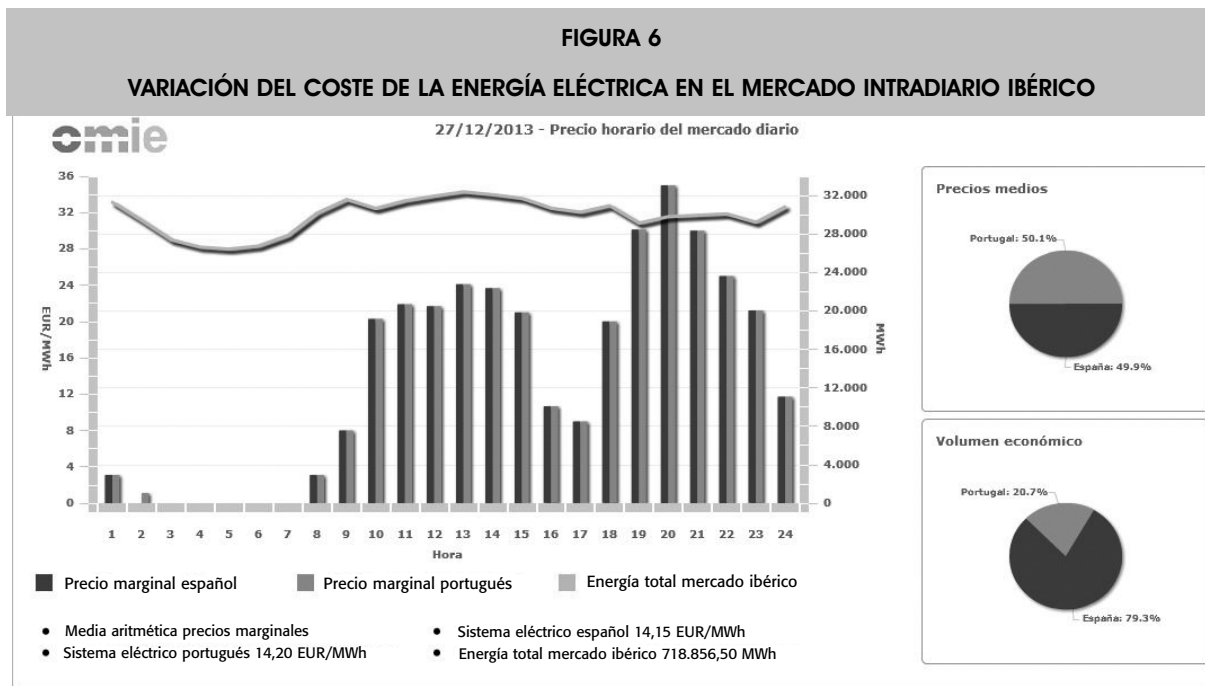
Este enfoque va a significar también una revolución, quizás aun no calibrada en toda su magnitud, en el segmento de la distribución de productos, pues éstos ahora tenderán a comunicarse interdispositivo con los sistemas del fabricante, quien además fomentará el fenómeno para tener más fuentes de información sobre el uso de sus productos y, por otro lado sistemas de distribución globalizados han demostrado una capacidad sin precedentes de suprimir los pasos intermedios y atender al usuario final con elevada eficiencia y reducción de costes. Este es el caso de los agentes de transporte globalizados como DHL, etc. Pero también de empresas como Amazon, que han ido un paso más allá para proporcionar productos en el mercado de consumo adicionales a los libros, aprovechando su concepto de cadena de suministro globalizada y con capacidad de integración de otros agentes afiliados.

En efecto, estos agentes amenazan en la actualidad los conceptos tradicionales de distribución y más lo harán cuando los productos hagan innecesaria la atención personalizada al cliente en sus cercanías. Además la capacidad innovadora de estos gestores

globales de la cadena de suministro no únicamente buscan la optimización constante, sino que además muestran una capacidad innovadora poco convencional y que potencia más si cabe la diferenciación de modelos. Este es el caso de Amazon que está trabajando en el concepto de utilizar drones (figura 5) para el último segmento de entrega a domicilio en lugar de residir sobre los colaboradores actuales que les generan problemas de entregas fallidas, etc. (Bezos, 2013). Independientemente de si la solución resulta finalmente viable o no, la iniciativa muestra una capacidad de innovación muy notable y que pronto integrará e implicará al usuario y sus dispositivos IoT.

Obviamente el impacto en la gestión de las empresas no será únicamente de puertas hacia afuera de la producción, sino que ésta se verá afectada también y no únicamente debido a la necesaria flexibilización de los sistemas de fabricación sino también a la descentralización en la toma de decisiones relacionadas con la fabricación de los elementos. En efecto, los propios fabricantes se encuentran con un entorno variable tanto de materias primas como de suministros que no han sido considerados en los sistemas clásicos de gestión de la producción.

En la actualidad costes como la energía eléctrica se maneja sobre la base de precio horario, lo que hace que las estrategias de fabricación deban ser sensibles a esas variables, lo que incrementa la necesaria flexibilidad para tener en cuenta no solo la secuencia de componentes a ser producidos para satisfacer cada orden de cada cliente con sus propias restricciones, sino que debe considerar también factores de coste que con anterioridad no resultaban significativos.



FUENTE: OMEL. <http://www.omel.es/files/flash/ResultadosMercado.swf>.

Esto, según la importancia de estos factores variables en la formación de costes de los diferentes productos para el fabricante puede aconsejarle a instaurar no únicamente un sistema de transparencia cara al diseño y fabricación de componentes requeridos por la personalización masiva, compatible con la fabricación flexible precisa que se ha discutido con anterioridad, sino que deberá integrarlo con un sistema también mucho más flexible de toma de decisiones.

En efecto, en las factorías actuales el rendimiento del servicio al cliente depende en gran medida la eficacia del sistema de planificación y control de fabricación de la compañía (*MPCS - manufacturing planning and control system*). La mayor parte de los MPCs utilizados emplean el enfoque de planificación centralizada lo que conduce a problemas tales como la rigidez estructural, dificultad en el diseño de un sistema de control, y la falta de flexibilidad, aún más en un entorno como el que se describe, con elevados requisitos de flexibilidad. Por tanto, un sistema de planificación de la fabricación a base de subasta y control (*AMPCS - auction-based manufacturing planning and control system*) permite la toma de decisiones basadas en la negociación, en las que la asignación sea dinámica y tenga en cuenta que cada centro de producción (máquina), como un elemento *IoT* más, trate de maximizar sus expectativas de beneficio y oferte ventana temporal de fabricación y coste interno para la misma, considerando sus condiciones específicas de fabricación compatible con la calidad requerida y con los consumos que las diferentes configuraciones de la máquina hacen posible la fabricación, así como el conjunto de carga ya acordada con el planificador.

Sin embargo, en la mayoría de los casos los algoritmos de planificación distribuida intentan lograr úni-

camente su objetivo a nivel de la orden de fabricación sin tener en cuenta el objetivo global, por lo que puede producirse una contradicción entre el objetivo local y el rendimiento global del sistema, dado que la maximización de los beneficios a nivel local no tiene por qué comportar el mejor rendimiento para el conjunto de órdenes de fabricación. Por lo tanto, se deben promover algoritmos y estrategias para un AMPCS que incluya el control adaptativo de la secuencia de licitación basado en subastas y que pueda dinámicamente asignar los recursos de producción a las operaciones en función de esa asignación. Se puede considerar como criterio la secuencia de licitación mediante la desviación entre el tiempo de finalización prevista y la fecha de vencimiento para mejorar el rendimiento de la programación.

En este escenario, esta especie de subasta para los siguientes órdenes de fabricación de cada familia de componentes puede ser llevada a cabo mediante el diálogo entre el sistema de planificación y cada uno de los componentes de la cadena de producción. Así cada equipo podrá plantear en su propio contexto (diferentes potencias y por tanto velocidades, con diferentes consumos y rapidez de fabricación, así como huecos disponibles en la planificación ya acordada) la viabilidad de ofertar la mencionada orden de fabricación en un contexto de beneficio, incluso re-escalando producción que pueda suponer una penalización aceptable frente al beneficio conjunto. Después de un tiempo de espera el centro decisor tomará la solución más eficiente que conjugue todos los intereses en juego. En este sentido los beneficios no serán solo la eficiencia en la gestión de la demanda de los pedidos de los clientes sino también una reducción de las emisiones al reducir el exceso de generación en momentos puntas y

perseguir el allanamiento de las curvas de energía demandada en el tiempo (Shrouf *et al.*, 2014).

Obviamente estos sistemas deberán beneficiarse del conocimiento híbrido que la experiencia del ser humano puede aportar, ya sean mediante reglas de salvaguarda de sentido común, ya sea mediante probabilidades a priori estimadas de capacidad de cada equipo o de ambas, pero resulta innegable que las posibilidades de obtención de mejoras en la toma de decisión de gestión del proceso productivo que pueden derivarse de la aplicación de la filosofía IoT a nivel intrafactoría son obvias y que pueden ser complementadas con un diálogo extendido con otros elementos en la cadena de suministro para fortalecer el conjunto de proceso de despacho de productos al consumidor. En este caso se trata del establecimiento de diálogo a través de agentes de software, que ha sido estudiado por varios autores (Ansola *et al.*, 2012) y que ha sido probado en diferentes configuraciones mostrando sus posibilidades.

A la vista de este análisis las posibilidades transformadoras de IoT en los sistemas de ayuda a la toma de decisiones tendrán un impacto capital en la competitividad de las organizaciones que suministren productos con personalización masiva.

CONCLUSIONES

A lo largo de la exposición de este trabajo se ha tratado de conectar los ejes de desarrollo de las actuales compañías, asentados sobre criterios de modelos de negocio de competitividad sostenible, con aquellos factores que se entrevén pueden significar un cambio radical en la concepción de creación de valor para el cliente y por tanto que pueden significar un patrón en la evolución de estas compañías.

Se han analizado así los factores críticos para esta creación de valor, principalmente relacionados con la obtención de percepción tanto directa como indirecta sobre el posicionamiento del cliente frente al servicio, lo que implica la aplicación de técnicas avanzadas de *Business Analytics* en contextos de grandes volúmenes de datos. Adicionalmente se ha analizado el impacto que la nueva era de IoT va a suponer en términos de funcionalidad de los productos pero también en lo que respecta a las potenciales ventajas que los fabricantes de productos podrán obtener de la misma.

En el contexto de productos con funcionalidades extendidas surge de inmediato la personalización masiva y se abren varias vías de desarrollo, sin despreciar la creación compartida de funcionalidades sobre la base de diseños con interfaces abiertos y de la disponibilidad a bajo coste de impresoras 3D capaces de imprimir geometrías metálicas, poliméricas y de características mixtas. El impacto de estos posibles desarrollos hace aparecer como necesarios sistemas que maximicen la transparencia en la arquitectura de componentes en los productos y la fle-

xibilidad en los sistemas productivos para producir aquellos componentes requeridos por el producto diseñado de entre todos los posibles.

Se ha explorado también el impacto que la era IoT significará en la detección temprana de fallos o averías de un modo mucho más global y generalizado, con las ventajas que ello podrá suponer para evitar indisponibilidades, a la par que se convertirá en una fuente de información sobre los patrones longitudinales de uso de esos productos. Finalmente, pero quizás con más intensidad si cabe, se ha hecho hincapié en el impacto que estos elementos de transformación de la realidad tendrá sobre los sistemas de gestión de la propia compañía, no tanto en lo relativo a los ciclo de diseño de producto sino al impacto que la aplicación de la tecnología IoT en su propio sistema productivo va a significar, promoviendo el incremento de flexibilidad también en los sistemas de control y planificación de la producción. Como resultado del efecto conjunto se puede prever que se transformarán los sistemas de distribución basados en los actuales canales hacia otros que maximicen el valor conjunto creado para ambos, el cliente y el fabricante. En este sentido esto supondrá un incentivo inexcusable para el cambio en los distribuidores que, o bien encuentran un nicho de aportación de valor o serán barridos por operadores integrales de la cadena de suministro que mejoran la eficiencia conjunta y reducen los costes asociados, pero que además han hecho de la innovación constante la verdadera fuente de crecimiento y de generación de beneficios.

El escenario esbozado descubre un increíble campo para la transformación de los actuales sistemas productivos y de distribución, pero más aún, pone en cuestión el paradigma producto/servicio sugiriendo un escenario de servitización de productos que hará que aquellas compañías que acierten, no solo en la visualización de que elementos asociados a sus productos aportan el mayor valor a sus clientes sino que ellos mismos son capaces de implementar las necesarias adecuaciones tanto en sus estructuras como en sus sistemas productivos, tengan ante sí un futuro extraordinariamente prometedor.

Como siempre ocurre no existen recetas unitarias como no hay clientes idénticos, se trata de que cada compañía mantenga su atención en la creación de valor para todas las partes interesadas y la conciencia de que el futuro nos deparará productos, servicios e integraciones entre ellos que ahora nos resultan inimaginables. El futuro será de los visionarios que sepan imaginar cómo satisfacer necesidades quizás aún no identificadas, pero que serán necesidades al fin y a la postre para cantidades significativas de usuarios y por la que estén dispuestos a abonar la contraprestación requerida. Es decir la clave será pasar de «*Value for Money*» a «*Value for Many*» como reza el aforismo anglosajón.

Es evidente también que esta transformación, de un modo más profundo va a significar un cambio en los conceptos de fundamentación estratégica de las

compañías, después de que H. Ford inaugurase el pensamiento estratégico al asociarlo al sistema productivo mostrando la relación inversa entre volumen de producción y coste unitario, y de que M. Porter extendiese el planteamiento indicando que existen dimensiones adicionales relevantes en el pensamiento estratégico además de la estrategia de producción. En la nueva era la disponibilidad de datos conducirá a una completa interdependencia entre las áreas estratégicas de los diferentes agentes, de modo que se podrán crear flujos de valor que extiendan virtualmente las fronteras de la compañía.

Las claves de toda la transformación no serán otras que *IoT* y *Bigdata*, adecuadamente combinados en cada caso y para cada producto o segmento entre cada combinación relevante de agentes y operadores capaces de crear valor agregado para el usuario/consumidor.

BIBLIOGRAFÍA ▼

ANSOLA, P.G.; HIGUERA, A.G.; DE LA PUEBLA, J.O.F. y RODRÍGUEZ, J.B. (2012): Improving the Decision Support in Shop Floor Operations by Using Agent-based Systems and Visibility Frameworks (Tesis doctoral, Dept. Inform. Technol. Syst., Univ. of Castilla-La Mancha, Ciudad Real, Spain).

BEZOS J. (2013): Proyecto PrimeAir: Amazon planea usar drones para envíos a domicilio. *Digittech*. *Expansión.com* (2013). <http://www.expansion.com/2013/12/02/empresas/digitech/1385954678.html>

CONSENTINO T. (2014): Business Analytics in 2014: Trends and Possibilities. Blog smartdatacollective.com.

GONZÁLEZ-MARCOS, A.; ORDIERES-MERÉ, J.; ALBA-ELÍAS, F.; MARTÍNEZ-DE-PISÓN, F.J. Y CASTEJÓN-LIMAS, M. (2014): Advanced predictive system using artificial intelligence for cleaning of steel coils. *Ironmaking and Steelmaking*, in press.

GONZÁLEZ-MARCOS, A.; ORDIERES-MERÉ, J.; MUÑOZ-MUNILLA V. y ALBA-ELÍAS, F. (2013): «An intelligent supervision system for open loop controlled processes». *Journal of Intelligent Manufacturing*, nº 24, pp. 15-24.

MANYIKA, J.; CHUI, M.; BROWN, B.; BUHIN, J.; DOOBS, R.; ROXBURGH, C.; y HUNG, A. (2011): Big Data: The next frontier for innovation, competition, and productivity, McKinsey Global Institute, Tech. rep. May.

MANYIKA, J.; CHUI, M.; GROVES, P.; FARREL, D.; VAN KUIKEN, S. y ALMASI, E. (2013): «Open data: Unlocking innovation and performance with liquid information». McKinsey Global Institute, Tech. rep.

ORDIERES-MERÉ, J.; GONZÁLEZ-MARCOS, A.; ALBA-ELÍAS, F. y MENÉNDEZ-FERNÁNDEZ, C. (2013): «Advanced predictive quality control strategy involving different facilities». *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. Vol. 67, nº 5-8, pp. 1247-1258.

SHROUF, F.; ORDIERES-MERÉ, J.; GARCÍA-SÁNCHEZ, A. y ORTEGAMIER, M. (2014): «Optimizing the production scheduling of a single machine to minimize total energy consumption costs». *Journal of Cleaner Production*. nº 67, pp. 197-207.

TEECE, D. (2010): Business models, business strategy and innovation. *Long Range Planning*. Vol. 43, nº 2/3, pp. 172-194.

TIMMERS, P. (1998): Business models for electronic markets. *Electronic markets*. Vol. 8, nº 2, pp. 3-8.

ZOTT, C.; AMIT, R. y MASSA, L. (2011): «The Business Model: Recent Developments and Future Research». *Journal of Management*. Vol. 37, nº 4, pp. 1019-1042.