

Resumen

El objetivo de este trabajo es, en primer lugar, describir la evolución histórica de las innovaciones organizativas de producción en el sector del automóvil, para, apoyándonos en dicha descripción, analizar qué necesidades cubren con mayor eficacia las diversas soluciones propuestas. En el marco global del trabajo se realizará una mención especial a los aspectos del entorno que han provocado la adopción de innovaciones por las empresas europeas y españolas del sector de automoción. En este trabajo se describe la evolución de las innovaciones organizativas vinculadas a dicho desarrollo. Dicho análisis comienza en el Detroit decimonónico y finaliza en los actuales planes de los fabricantes de automóviles en relación con la creación de modelos híbridos y eléctricos respetuosos con el entorno natural.

Palabras clave: innovación organizativa, innovación arquitectónica, integración vertical, *just in time*, personalización masiva, coche híbrido, coche eléctrico.

Abstract

Any reference to organisational innovation requires the observation of the automotive industry, whose historic evolution can be considered paradigmatic. The relevance of this industry is supported not only on its capability to develop relevant innovations, but also on its spill-over effect on other industries. As a result, the aim of this paper is first to describe the historic evolution of manufacturing organisational innovations in the automotive industry, so that, using such a description as our point of reference, analyze the needs that are more efficiently covered by the different solutions proposed. An especial attention will be given to environmental aspects.

Key words: organisational innovation, architectural innovation, vertical integration, just in time, massive personalization, hybrid automobile, electric vehicle.

JEL classification: M10, M11, O32.

INNOVACIÓN ORGANIZATIVA DE PRODUCCIÓN EN EL SECTOR DEL AUTOMÓVIL: UNA VISIÓN PANORÁMICA (*)

Esteban FERNÁNDEZ SÁNCHEZ
Beatriz JUNQUERA CIMADEVILLA

Universidad de Oviedo

I. INTRODUCCIÓN

HABLAR de innovación organizativa exige referirse al sector del automóvil, cuya evolución histórica puede considerarse paradigmática. La relevancia de este sector se apoya no solo en su capacidad para desarrollar innovaciones radicales, sino en su derrame a otros sectores (Schilling, 2000). De hecho, algunos estudios han recurrido al sector del automóvil para analizar qué formas institucionales inducían el cambio (Langlois y Robertson, 1989) y cuáles podrían conducir al estancamiento, aislando las empresas de la innovación, especialmente de la de producto (Abernathy, 1978).

A finales del siglo XIX en Detroit se localizan algunos de los más importantes innovadores en el sector del automóvil, de los cuales uno lograría finalmente imponer su modelo: Henry Ford. Su irrupción con la cadena de montaje fue determinante para la producción en masa. Alfred Sloan, al frente de la General Motors, consolidó la empresa multidivisional y una nueva forma de hacer negocios. Ambos planteamientos se replicarían más tarde en Europa. El sector, no obstante, continuó siendo líder en innovaciones organizativas. A mediados de los setenta del siglo XX, los fabricantes japoneses aportaron algunas de las técnicas más no-

vedosas entonces, que se concretan en el *just in time* (o producción ajustada, en terminología anglosajona), una de las cuales, el trabajo en equipo, con posterioridad sería imitado, con adaptaciones a la cultura occidental, por algunos fabricantes, mientras que algunas otras técnicas se adoptaron sin modificación alguna. A comienzos del siglo XXI la personalización masiva representa una nueva forma de competencia industrial a escala global. En los últimos años, tras la ratificación del Protocolo de Kyoto por Rusia en noviembre de 2004, el sector del automóvil se ha visto obligado de forma especial a desarrollar no solo soluciones de carácter tecnológico, sino también medioambiental, para asumir los nuevos retos. Estos cambios han sido más estrictos en el marco de la Unión Europea, donde se han elaborado directivas que han obligado al sector a desarrollar innovaciones organizativas internas y en la relación con sus proveedores y clientes para afrontar las nuevas exigencias vinculadas a la protección medioambiental. Por otra parte, la reaparición del vehículo eléctrico ha sido testigo de la irrupción de diferentes paradigmas, cada uno de ellos vinculado a determinadas innovaciones organizativas. Guiándonos por el esquema anterior, el objetivo de este trabajo es, en primer lugar, describir la evolución histórica de las innovaciones

organizativas de producción en el sector del automóvil, para, apoyándonos en dicha descripción, analizar qué necesidades cubren con mayor eficacia las diversas soluciones propuestas.

II. PRODUCCIÓN ARTESANA

La primera etapa de la industria del automóvil se vincula a una gran incertidumbre tecnológica y de mercado. En 1900 se fabricaron en Estados Unidos 4.192 coches, si bien solo 936 con motor de gasolina. El resto tenía motor eléctrico (1.575) o de vapor (1.681) (Basalla, 1988). Tampoco los clientes habían desarrollado su propio sentido de diseño ideal del producto, lo que conduce a la entrada en el mercado de muchas pequeñas empresas artesanales. En 1894 la principal empresa automovilística del mundo era Panhard y Levasor, una famosa empresa parisina de máquinas-herramientas. En Detroit se localizaban Ransom E. Olds, los hermanos Dodge y Henry Ford, un inventor prolífico (obtuvo 161 patentes) que en 1896 creó su primer vehículo autopropulsado al que denominó «cuadríciclo». El automóvil entonces era tan solo una nueva forma de utilizar piezas ya conocidas, una mejora de las formas de transporte. Ford fue solo una de las 502 empresas creadas en Estados Unidos entre los años 1902 y 1908 (Womack *et al.*, 1990).

El producto era un bien de lujo, de elevados costes de producción y precio, únicamente para clientes adinerados, centrados en la velocidad y la adaptación a sus gustos. El objetivo era la innovación del producto, con clientes-diseñadores, lo cual exigía fabricación bajo pedido y, en consecuencia, unos trabajadores

muy cualificados y una flexibilidad del proceso productivo con una gran descentralización en las decisiones. En suma, el automóvil era una innovación arquitectónica (Henderson y Clark, 1990), donde el constructor ensamblaba en una nueva estructura los componentes proporcionados por los suministradores, lo que explica que la forma organizativa más habitual fuera la desintegración vertical. Los componentes ya estandarizados procedían de otros sectores y sus aplicaciones eran otras. Su nuevo uso, formando parte del automóvil, permitió a los nuevos ensambladores aprovechar las economías de escala y los conocimientos tecnológicos de los suministradores de componentes (Langlois y Robertson, 1995).

III. PRODUCCIÓN EN MASA (FORDISMO + SLOANISMO)

La producción en masa tuvo su implantación paradigmática en la industria del automóvil en los Estados Unidos de América, concretamente en las empresas Ford y General Motors, gracias a las ideas revolucionarias de Henry Ford (modelo fordista) y Alfred Sloan (modelo sloaniano). El término «fordismo» ha logrado una amplia aceptación en la industria debido a dos elementos que se refuerzan: *a)* el éxito de las técnicas de producción en masa, de las que Ford fue pionero, y *b)* la personalidad de Henry Ford en sí misma. El talento de Henry Ford fue reconocer que el deseo de poseer un vehículo a motor era casi universal.

El objetivo de Henry Ford era fabricar un automóvil que pudiera venderse por 500 dólares, para lo cual asumió que debía especializarse en la fabricación de un

único modelo de coche (Nevins, 1927; Epstein, 1928). Poner en valor esta idea no fue tarea fácil. Ford Motor Company fue el tercer intento. Introdujo el modelo T el 1 de octubre de 1908. Como resultado, entre 1909 y 1923, el precio del modelo T se redujo repetidamente, siguiendo una curva de experiencia del 85 por 100 (Abernathy y Wayne, 1974). El precio cayó desde los 825 dólares en el año de lanzamiento hasta los 650 en 1909. En su último año de fabricación (1927) podía comprarse un Ford T por solo 290 dólares (Rubenstein, 2001). Las ventas aumentaron de 58.000 unidades en 1909 a 730.000 en 1916 (Stiglitz, 1993). El modelo T (eligió el negro porque era el color que secaba más rápido) era un coche resistente, sencillo, de sólida construcción y muy fácil de reparar —*tin lizzie* (la lata *lizzie*) o *flivver* (coche pequeño)—. El manual del propietario del modelo T, escrito en forma de preguntas y respuestas, explicaba en 64 páginas cómo resolver cualquiera de los 140 problemas probables. Los primeros coches se construyeron en una fábrica situada en Piquette Avenue, en Detroit. Ford comenzó la producción en una nueva planta de ensamblado en Highland Park (Michigan) el día de Año Nuevo de 1911: el «Palacio de Cristal». Dos elementos hicieron distintivo a Highland Park: *a)* la fábrica se diseñó desde el comienzo para facilitar la producción en una secuencia lógica de operaciones, basada en el orden que exigían las partes, y *b)* el acondicionamiento de la planta, poco después de abrir, con cadenas de montaje.

Ford instala la primera cadena de montaje en Highland Park en mayo de 1913, aunque esta tecnología se usó previamente en los mataderos de Cincinnati y

Chicago, entre otras industrias. Las dos primeras cadenas de montaje de Ford se destinaron a ensamblar componentes. La cadena de montaje se completa en noviembre de 1913. Esta innovación logró reducir el tiempo de montaje de cada vehículo de 728 a 93 minutos. En 1914 los 13.000 trabajadores de Ford fabricaron 260.720 automóviles. Comparativamente, el resto de la industria necesitó 66.350 trabajadores para producir 286.770 coches (Gross, 1996).

La producción de vehículos a motor en la cadena de montaje se convirtió en muy especializada, repetitiva y automática, por lo que exigía escasa reflexión, juicio o destreza. Los oficios se dividieron en microtarefas. Por ejemplo, Ford organizó el ensamblado del motor en 84 pasos distintos en 1914. Un motor que un trabajador artesanal ensamblaba en 9,9 horas se hacía en la cadena entre 84 trabajadores con un total combinado de 3,8 horas (Gartman, 1986). ¿Quién se encargaría de unir las partes y de las tareas de cada ensamblador? Unos profesionales de nueva creación, trabajadores indirectos, supervisarían a los trabajadores no cualificados. Ford separó el «hacer» del «pensar», asignando esta última función a los ingenieros y demás trabajadores indirectos. Además, Henry Ford organizó la empresa por funciones especializadas (producción, ingeniería, contabilidad, etc.) y centralizó la toma de decisiones.

La división del trabajo aportó a Ford un mercado laboral grande, formado en su mayoría por trabajadores inmigrantes con poca cultura, que apenas dominaban inglés: una encuesta de 1915 ponía de manifiesto que los trabajadores de Highland Park hablaban más de 50 idiomas. La

división del trabajo permitía organizar la fábrica sin que fuese necesaria la comunicación entre los operarios y, en condiciones de funcionamiento normales, entre estos y los capataces. Todo ello hacía que los trabajadores de talleres fueran partes intercambiables del proceso de producción.

La especialización favorece la productividad. El ritmo de la cadena disciplina a los trabajadores haciendo la fábrica más eficiente. No obstante, los hombres que fabricaban coches ya no debían tener inclinación hacia la mecánica como antes: eran simplemente jornaleros. La velocidad de la cinta transportadora liberó a los supervisores de la necesidad de vigilar y dirigir a cada empleado, dedicándose a evaluar el desempeño y disciplinar a los trabajadores como consecuencia de un trabajo mal hecho. Para 1914 la proporción de trabajadores a supervisores era de 58 a 1 (Epstein, 1928).

El 5 de enero de 1914 Henry Ford anunció un nuevo salario mínimo de 5 dólares por ocho horas de trabajo al día, duplicando el salario medio del sector (2,38 dólares por nueve horas de trabajo). Ello provocó una fuerte caída de la rotación y del absentismo. La rotación mensual promedio se redujo del 31,9 por 100 en 1913 al 1,4 por 100 en 1915 (Wren y Greenwood, 1998). Por otra parte, permitía a un obrero comprar un T con menos de cuatro meses de salario, incentivando la demanda de automóviles.

Ford en su etapa temprana llevó a cabo una fuerte integración vertical, especialmente característica de la industria del automóvil, para controlar las fuentes de suministros, al tiempo que disminuir los costes de compra. En esa época miles de em-

presas suministraban partes y materiales a un puñado de fabricantes que ensamblaban vehículos a motor para enviarlos a miles de concesionarios independientes. No obstante, deben distinguirse dos aspectos: a) la integración vertical en relación con el equipo productivo, y b) la integración vertical relacionada con las fuentes de suministro, destinada a la mejora de la eficiencia. En cuanto al equipo productivo, para Ford habría sido más costoso explicar el proceso de fabricación de automóviles a los fabricantes de máquinas-herramientas y conseguir una respuesta satisfactoria que diseñarlos y fabricarlos por su cuenta. Asimismo, los conocimientos acumulados durante el desarrollo permiten mejorar constantemente los equipos y hacerlos más seguros. Además, por término medio, los procesos de catálogo son, como mínimo, un 30 por 100 más caros que los procesos diseñados internamente a la medida (Huge y Anderson, 1988). De igual modo, por ejemplo, las aleaciones de acero utilizadas en Estados Unidos en 1902 proveían 60.000 libras de resistencia a la tensión. Henry Ford se dio cuenta de que los coches franceses utilizaban acero de vanadio, mucho más liviano, pero que proporcionaba 170.000 libras de resistencia. Sin embargo, nadie sabía fabricarlo en Estados Unidos. Por ello, Ford trajo de Inglaterra a un metalúrgico y financió su propia acería (Gross, 1996).

La segunda explicación del proceso de integración se basa en que los primeros ensambladores de vehículos estaban asediados, entre otros, por los siguientes problemas de los suministradores: la irregularidad en la producción, la pérdida de materiales en tránsito, la lentitud en las entregas, la falta de uniformi-

dad y la incertidumbre de la calidad del producto. Una parada en una planta de suministro podría resultar fatal a un fabricante de automóviles con capital operativo limitado. De hecho, este problema hizo caer a muchas empresas pioneras en el sector. Williams *et al.* (1993) han verificado que el 55 por 100 de la reducción del precio del modelo T entre 1909 y 1916 se debió al ahorro en los costes de los componentes conseguido gracias a la menor dependencia respecto de los proveedores externos. Por otra parte, la integración, concebida inicialmente como una forma de evitar problemas de retención e interrupción en el suministro, dio lugar a la posibilidad de innovar en el entorno de Ford. El símbolo de esta política de integración fue la fábrica River Rouge (se comienza a construir en 1917), el mayor complejo industrial en la historia de los Estados Unidos de América. Antes de la Segunda Guerra Mundial, Rouge empleaba a 110.000 trabajadores en 127 estructuras: por un extremo de este vasto complejo entraba mineral de hierro y carbón en una acería y, por el otro, salían automóviles.

La especialización extrema alcanzada por Ford, junto con una integración intensiva, provocaron muchos problemas al afrontar una reestructuración interna con el objeto de fabricar un nuevo modelo de coche, el Ford A, ya que las ventas del modelo T estaban cayendo en picado. En mayo de 1927, Ford cerró completamente su enorme planta especializada de River Rouge y la mantuvo así durante casi un año con objeto de equiparla con nuevo utillaje para poder fabricar el modelo A. Durante ese tiempo, Ford perdió 200 millones de dólares, reemplazó 15.000 máquinas-herramientas, recons-

truyó 25.000 más y despidió a 60.000 obreros en Detroit (Abernathy y Wayne, 1974).

Al comenzar la década de los veinte, General Motors (GM) era un extraño conglomerado de empresas automovilísticas y de suministros de partes, gestionadas atendiendo más al valor de sus existencias que a la eficiencia en la producción de automóviles. Alfred P. Sloan obtuvo en 1923 el control de GM: una empresa caótica, con divisiones gestionadas independientemente, con varias marcas de coches que se canibalizaban entre sí y continuamente en pérdidas. En 1921, GM tenía el 12,8 por 100 del mercado estadounidense de automóviles y camiones, mientras que la participación de Ford alcanzaba el 55,7 por 100. Durante la presidencia de Sloan, GM superó a Ford y se convirtió en el grupo empresarial más grande del mundo (Wren y Greenwood, 1998). El plan de Sloan incluía tres elementos que llegaron a ser el modelo representativo de la empresa moderna: a) divisiones organizadas alrededor de productos; b) comités centrales para la formulación de las políticas y el control financiero, y c) personal de apoyo (*staff*). Se crearon nuevas profesiones de directivos financieros y especialistas en *marketing* para complementar las profesiones ingenieriles. De esta forma, se completó la división del trabajo en la empresa.

Sloan observó que el coche dejaba de ser una necesidad para convertirse en un símbolo de estatus, así que estructuró GM en cinco divisiones, cada una para un modelo diferente que atendía un segmento de mercado distinto. El sector de precios bajos pertenecía a Chevrolet, que competía con el modelo T de Ford. Le seguían en orden ascendente de

precios Pontiac, Buick, Oldsmobile y Cadillac. Sloan denominó a esta estrategia la «escalera del éxito», que permitía a toda persona que alcanzase el éxito en el ámbito profesional cambiar su modelo de coche por otro de estatus superior mientras que mantenía su fidelidad a la empresa. En 1924 GM introdujo en el mercado el Chevrolet K, un coche cerrado al alcance de todos, tecnología a la que se oponía Henry Ford, ya que consideraba que el coche abierto y con capota era bueno para la salud. El éxito fue inmediato, de modo que el Ford T se volvió obsoleto en menos de dos años. Hudson Motor Company desarrolló esta tecnología y General Motors la integró rápidamente. De hecho, cuando General Motors carecía de ciertos activos relevantes, simplemente compraba las empresas que los poseían.

Sloan alteraba anualmente el aspecto externo de los vehículos e introdujo un conjunto abundante de accesorios (cambio automático, aire acondicionado y radio), que podían instalarse en las carrocerías a petición de los clientes. También originó el concepto de «obsolescencia planificada», por el cual cada tres años renovaba los modelos de sus coches con objeto de mejorarlos. Ahora bien, para atenuar los costes de producción ocasionados por la variedad de los productos, Sloan puso en práctica la idea de estandarizar algunos componentes mecánicos y utilizarlos en la fabricación de varios modelos de coches. Los cinco modelos tenían chasis, carrocerías y motores distintos, pero compartían cientos de partes o componentes: bombas, componentes eléctricos, cojinetes, ballesas y cristales, entre otros.

La política de GM en 1920 era la de producir solo los objetos

necesarios para la construcción de nuevos vehículos, mientras que externalizaba la fabricación de componentes, como los neumáticos, por lo que estaba mucho menos integrada que Ford, lo que le hizo obtener ventajas competitivas de los suministradores externos. Por un lado, se benefició de los avances tecnológicos de los componentes que le proporcionaban sus proveedores, lo que ayudaba a desarrollar su política de cambio de modelos. De otra parte, debido a las necesidades de componentes por la elevada edad media de la flota nacional de automóviles, proliferaron las empresas de componentes de tamaño pequeño o mediano. La competencia entre ellas redujo los costes más de lo que podían lograr las empresas de automóviles muy integradas, como Ford Motor Company, especialmente cuando la necesidad de flexibilidad aumentaba. Así, las empresas capaces de usar las innovaciones de mejora de componentes de los proveedores independientes conseguirían algunas ventajas momentáneas (Rubenstein, 2001).

Es más, el tipo de integración vertical introducido por GM es bien diferente al de Ford. Su pretensión de crear una red de distribución y de *marketing*, asumiendo posiciones en tantos activos complementarios a la fabricación de automóviles como fuera posible y su estrategia tecnológica de seguidor la distinguían. En realidad, la primera característica es consecuencia de la vulnerabilidad derivada de esta estrategia tecnológica. Un ejemplo paradigmático fue la adquisición de Fisher Body, pionera en la fabricación de carrocerías metálicas (Klein *et al.*, 1978).

Sin embargo, el factor más influyente sobre el modelo de inte-

gración vertical en los años veinte y treinta fue el cambio anual de modelo y la innovación de producto que ello implicaba, pues, dado su carácter incremental, no exigían altos niveles de integración vertical. GM estaba en la mejor posición para obtener ventaja de las nuevas economías de la demanda de sustitución, pues no había optimizado su proceso productivo para la producción de un único modelo (Langlois y Robertson, 1995). En el origen, como consecuencia de su posición como seguidor tecnológico, General Motors poseía un conjunto más completo de activos complementarios, especialmente su enorme red de distribución, de detallistas y de financiación de clientes, lo que aportó a la empresa gran capacidad para beneficiarse, de forma clásica, de sus propias innovaciones y de las desarrolladas por pequeños competidores independientes.

En los años cincuenta, la Ford Motor Company, regida ahora por Henry Ford II, sacó a subasta, entre proveedores independientes, muchos de los componentes fabricados internamente. Por tanto, Ford regresó al mundo que había abandonado en 1913. Esta política, seguida por el resto de fabricantes norteamericanos, redujo la capacidad innovadora de los proveedores. Eran los fabricantes quienes diseñaban los componentes, forzándolos a obtener una licencia de su tecnología o, si estos tenían en propiedad una mejor, a revelarla. A su vez, descomponían los componentes en partes para convertirlas en mercancías (productos genéricos u homogéneos), mediante especificaciones completas y detalladas. Los contratos no se renovaban si el fabricante encontraba otro proveedor que ofreciera un precio más bajo. En general, los vínculos de coopera-

ción entre ensambladores y suministradores eran poco eficientes. Desarrollaban una estrategia ganar-perder.

IV. LA PRODUCCIÓN EN MASA EN EUROPA

Los principales fabricantes europeos adoptaron en sus inicios la cadena de montaje del modelo fordista, si bien no lo aplicaron en su total extensión. Después de un período de aprendizaje, y ante los cambios en la demanda, adoptaron una peculiar versión del sloanismo. La empresa europea más cercana al modelo fordista fue Volkswagen, que fundó su estrategia en la producción del modelo Beetle. FIAT introdujo la cadena de montaje con máquinas monofunción en 1925 en la fábrica de Lingotto, construida a imagen y semejanza de la fábrica Highland Park de Ford. Durante la posguerra adoptó el sloanismo para fabricar una gran variedad de vehículos (19 modelos entre 1949 y 1961). Los tres principales fabricantes franceses, Peugeot, Renault y Citroën, también adoptaron en los años treinta el fordismo. Sin embargo, en los años sesenta inician una progresiva diversificación al estilo sloanista con la puesta en común de las plataformas. Así, Renault en 1965 fabricó seis modelos en dos plataformas, cada una de ellas con un volumen de 160.000 unidades.

En España cabe destacar la creación en Barcelona de la Sociedad de Automóviles de Turismo (SEAT), constituida formalmente en 1950. El impulsor fue el Instituto Nacional de Industria (INI), que poseía el 51 por 100 del capital social. El 7 por 100 lo aportó FIAT, el socio tecnológico. El objetivo era abastecerse con suministros procedentes de la

industria auxiliar local en un 90 por 100. El acuerdo con FIAT incluía, entre otras, las siguientes cláusulas: una regalía del 2,7 por 100 para la fabricación del modelo 1400 y del 3 por 100 para los siguientes modelos, la prohibición de exportar y la reserva de un cupo del 25 por 100 de la futura producción para su venta por FIAT Hispania. SEAT tampoco podía tener un departamento de diseño, lo que abortó la posibilidad de gozar de un «campeón nacional». En lo que se refiere a las medidas y al tipo de maquinaria, la factoría tomó como modelo la planta de Mirafiori de FIAT. Más de un tercio de los medios de producción americanos destinados a SEAT eran idénticos a los adquiridos para modernizar Mirafiori (Tappi, 2007). Persiguió el equilibrio entre máquinas monofunción y multifunciones. Estas últimas, que representaban la mitad de toda la maquinaria, garantizaban una cierta flexibilidad al proceso de producción. La empresa parecía adherirse definitivamente a un modelo de matriz fordista en sentido estricto. En este contexto, perdía parte de su sentido el incentivo salarial. SEAT tuvo problemas para encontrar personal técnico cualificado. Para resolver el problema, FIAT organizó unos programas de formación de cuadros, siguiendo el modelo de la Escuela de Aprendizaje de Mirafiori. Por otra parte, gracias a la adopción de los criterios fordistas, disminuyeron los problemas para contratar mano de obra barata y no cualificada, las tres cuartas partes de los obreros, lo que favorecía, de igual modo, la inmigración desde la España rural: Andalucía, Extremadura y ambas Castillas.

En España, al igual que en otros países europeos, se carecía de tradición automovilística, lo cual enfrentó a los fabricantes,

que se veían afectados por graves problemas a la hora de conseguir suministros adecuados en cantidad y calidad. Esta debilidad sitúa a los ensambladores ante dos alternativas: crear sus propios grupos de proveedores o producir los componentes internamente. SEAT es la impulsora de la industria auxiliar en España, al proporcionar asistencia técnica y financiera a estas empresas. En el otro extremo, Renault optó por internalizar la fabricación de componentes, que en otros países correspondía a proveedores externos (Catalán, 2006).

SEAT lanzó su primer modelo, el 1400, en mayo de 1953. La unidad 2500 se construyó en 1954 y alcanzó un 60 por 100 de fabricación nacional. Había que importar de Italia partes de la carrocería y de componentes, como la bomba de aceite y los árboles de distribución. El modelo 600 inició su andadura en mayo de 1957 y se mantuvo en el mercado hasta 1973. Durante sus dieciséis años de vida se fabricaron casi 800.000 unidades, muchas más que del 1400 y 1500 juntos (que no alcanzaron el cuarto de millón).

Tampoco su sucesor, el 850, que inició su andadura en 1966, logró superarlo (poco más de 660.000 en sus ocho años de vida). En 1958 la empresa declaraba que había nacionalizado el 93 por 100 del valor del 1400 y el 97 por 100 del modelo 600. En 1964, la presión negociadora logró la autorización de FIAT para exportar el 600 a Brasil y Colombia, a cambio de apoyar a FIAT para vender el 850 en España hasta que SEAT estuviese en condiciones de fabricarlo (Catalán, 2006).

SEAT tenía la estructura típica de una gran empresa fordista,

fundada sobre el control jerárquico de las funciones. La parcial descentralización de las funciones ejecutivas tuvo lugar solo a finales de 1973, cuando se creó una segunda Dirección General en Barcelona. Desde los primeros años, los efectivos estaban encuadrados en una línea de mando muy larga, que preveía siete escalafones entre el personal superior y el último de los mozos. Por su parte, la autonomía decisoria de los obreros era muy escasa.

En cuanto a la relación con los proveedores, en la actualidad SEAT mantiene relaciones escasamente cooperativas con los distintos proveedores. Les solicita información en diferentes áreas, pero la facilita en menor medida, lo cual no ha generado un nivel demasiado alto de colaboración. Establece una gran jerarquización entre calidad, coste, entrega y diseño, al tiempo que impone, a la mayor parte de ellos, la entrega de los componentes en menos de una semana después de la confirmación del pedido (Martínez y Pérez, 2005).

V. PRODUCCIÓN JUST IN TIME (TOYOTISMO)

Durante los años treinta a cincuenta, Nissan, Isuzu, Mitsubishi y otros fabricantes japoneses ensamblaron bajo licencia coches europeos y norteamericanos usando las tecnologías de la producción en masa. En 1937, Kiichiro Toyoda (1894-1952) transformó la fábrica Telares Automáticos Toyoda, que había heredado de su padre, en Toyota Motor Corporation. Previamente, había comprado y ensamblado componentes de coches norteamericanos. De hecho, diseñó su primer automóvil copiando el chasis de un Ford, el motor

de un Chevrolet y la línea de un Chrysler. Realizó algunos cambios en el diseño de las piezas para no infringir las patentes vigentes y seleccionó componentes que no tenían protección legal. El resultado fue el modelo A1, finalizado en mayo de 1935 (Cusumano, 1985). Sin embargo, Toyota se propuso desarrollar tecnología propia, tanto de producto como de proceso.

Después de la Segunda Guerra Mundial, Toyota tuvo que afrontar dos situaciones extremas (Womack *et al.*, 1990): a) ensamblar coches en fábricas con suelos de tierra e insuficiencia de capital para diseñar una cadena de montaje para cada modelo, y b) a pesar de la crisis de la industria de 1946, la presión del gobierno japonés para garantizar el empleo. Así, la mano de obra se convierte en un coste fijo del que hay que obtener el máximo rendimiento posible.

Los primeros coches que Toyota exportó a Estados Unidos en 1957 no superaron la prueba del mercado (por ejemplo, la velocidad media era inaceptable). Dicho fracaso acomodó a los fabricantes norteamericanos y europeos. Con el paso del tiempo, la situación cambió radicalmente. En 1973 la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP) redujo la oferta de petróleo. Hasta ese momento los automóviles norteamericanos tendían a ser más grandes y pesados que los japoneses o europeos, por lo que, además de tener un precio elevado, su consumo de gasolina era desproporcionadamente superior, lo que no suponía graves problemas para la población norteamericana, que pagaba una gasolina barata. La crisis, y el correspondiente aumento del precio de la gasolina, provocó que las impor-

taciones de automóviles en su conjunto casi se duplicaran en los años setenta, pasando de un 15 por 100 del total de automóviles vendidos en Estados Unidos en 1970 a un 27 por 100 en 1980, y se mantuvieron en ese elevado nivel de vida durante veinte años (Stiglitz, 1993).

Al principio se creyó que los consumidores norteamericanos compraban los coches extranjeros únicamente porque eran más baratos y consumían menos gasolina. La sorpresa fue enorme cuando se comprobó que, además, eran de mejor calidad. Así, en 1986, al comparar la planta de montaje de Toyota en Takaoka y la de GM en Framingham, Massachusetts, se puso de manifiesto que, dividiendo el número total de horas de trabajo en la factoría entre el número de automóviles producidos, Toyota invirtió 18 horas por vehículo, mientras que GM necesitó 41 horas. El número de defectos también fue menor: 45 defectos de montaje por cada 100 coches ensamblados por Toyota, frente a los 130 defectos de la fábrica de GM (Womack *et al.*, 1990). Por otra parte, cuando en 1982 Honda localizó una fábrica en Estados Unidos, logró mantener unos costes de producción igualmente bajos, con un sistema salarial idéntico al resto de fabricantes norteamericanos.

La razón se apoyaba sobre todo en una forma diferente de organizar la producción: el *Just in Time* (o producción ajustada). Este sistema comienza a implantarse en los años sesenta en la fábrica de Toyota en Japón y surge de la necesidad de fabricar diferentes modelos de automóviles, en pequeñas cantidades y con el mismo proceso de producción, manteniendo niveles elevados de calidad y productividad, al tiempo que se reduce la duración del

ciclo completo de producción. En suma, su objetivo es eliminar el despilfarro (Ohno, 1988): todo lo que no contribuye a añadir valor al producto. Este sistema productivo fue copiado por otros fabricantes japoneses durante la década de los setenta.

Toyota utilizó equipos operativos independientes con trabajadores polivalentes organizados en células de trabajo, en vez de cadenas rígidas de montaje, trabajadores microespecializados y puestos de trabajo fijos. Este diseño disminuyó la pirámide organizativa, como se observa al comparar los cinco niveles jerárquicos de Toyota con los trece de General Motors. Concretamente, fue en 1947 cuando a Ohno se le ocurrió la idea de asignar a un operario varias máquinas de diferentes tipos. La combinación de Eiji Toyoda y Taiichi Ohno también inició la política de que cualquier empleado pudiera detener el proceso de montaje cuando surgiera un problema que era incapaz de resolver. Más adelante, en la década de los años cincuenta, Ohno se adhirió a las ideas de W. Edwards Deming, con objeto de compatibilizar los planteamientos del *Just in Time* y de la gestión de la calidad total (*Total Quality Management*, TQM), ya que en conjunto atacaban los problemas de la calidad y la cantidad en las células de trabajo. Ello provocó la delegación de amplias responsabilidades en los equipos (células) de trabajo. Eiji Toyoda, director ejecutivo de fabricación, observó en la Ford Motor Company el sistema de sugerencias de los empleados (Ohno, 1988). Lo instaló en Toyota y los alentó a todos a desterrar el desperdicio y encontrar la forma de mejorar las operaciones. La participación de los trabajadores se acaba concretando en los círculos de control de calidad,

el pilar fundamental de la mejora continua.

Ohno diseñó un sistema en el que el proceso de montaje atraería las partes hacia sí en la cantidad necesaria y en el momento en que las necesitara, inspirándose en el funcionamiento de un hipermercado estadounidense. Para unir el sistema, Toyota emplea tarjetas de papel (*kanban*), que recogen información acerca del proceso de trabajo de cada pieza y dónde debe trasladarse.

Shigeo Shingo (1985), consultor industrial en mejora de la productividad, trabajó estrechamente con Ohno en la creación del sistema de Toyota para acortar los tiempos de preparación de las máquinas mediante la adopción del sistema de «cambios de útiles en tiempos de un sólo dígito» (*Single Minute Exchange of Die*, SMED). En la década de los cuarenta, los cambios de troqueles en Toyota se realizaban en dos o tres horas. A finales de los sesenta, se rebajó a solo tres minutos (Ohno, 1988). Con ello, Toyota consiguió reducir eficientemente y de forma drástica el tamaño de los lotes de fabricación, consiguiendo unas instalaciones rápidas y flexibles.

Los fabricantes occidentales en el proceso de desarrollo de un nuevo producto utilizaban una perspectiva funcional, donde las actividades se realizan secuencialmente. La producción ajustada utiliza la ingeniería concurrente, que se caracteriza por incluir todas las actividades desde el inicio para que, en paralelo, contribuyan al proceso de desarrollo del producto. La investigación demostró que un coche japonés totalmente nuevo requería 1,7 millones de horas de trabajo de ingeniería por término medio (repartidas entre 485 trabajadores)

y entre el primer diseño y las entregas a los clientes transcurrían 46 meses. Por el contrario, el promedio de los proyectos americanos y europeos de complejidad comparable y con la misma proporción de partes aprovechadas o compartidas necesitaban 3 millones de horas de ingeniería (repartidas entre 903 trabajadores) y consumían 60 meses (Clark et al., 1987). Las empresas japonesas utilizaron esta ventaja para expandirse rápidamente. Entre 1982 y 1990 casi doblaron su cartera de productos, pasando de 47 a 84 modelos (Womack et al., 1990).

Una de las características más relevantes que acompaña a la producción ajustada es su vínculo con la subcontratación, aunque con una gran diferencia respecto a los fabricantes occidentales: a) un fabricante típico japonés tiene concentrado en las compras el 70 por 100 del coste industrial, mientras que en Estados Unidos apenas alcanza el 50 por 100, y b) el número de subcontratistas por fábrica en Japón es menor que en Estados Unidos. Por ejemplo, Nissan tenía en 1988 aproximadamente 170 suministradores —19 por fábrica—, mientras que Ford contaba con 7.800 suministradores —116 por fábrica— (Ballon, 1989), en este último caso, además, con relaciones débiles y ocasionales. Por otra parte, los fabricantes japoneses seleccionan los proveedores más desde la perspectiva de la calidad que del precio, utilizan un proveedor por componente, mantienen con ellos relaciones de largo plazo, comparten información técnica y les asesoran en la organización de la producción y en el control de la calidad de los productos. Las piezas llegan directamente a la fábrica a intervalos de tiempo reducidos desde las plantas de suministro (casi con *stocks* cero).

Nissan España mantiene una relación intensa y homogénea con el conjunto de sus suministradores, inusual en nuestro país, y bien diferente al modelo de SEAT, que se encuadra dentro de principios como la cooperación, la confianza y el compromiso de colaboración y asistencia entre ambas partes con el objetivo de mejorar la competitividad mutua en el mercado (Martínez y Pérez, 2005). Ello se debe al uso por Nissan de un método común en todas sus factorías para la evaluación de sus proveedores potenciales, el *Common Supplier Evaluation System* (CSES), que permite evaluar la capacidad general del proveedor para fabricar un componente concreto y luego compararlo con otros proveedores, lo que facilita la selección del más adecuado en términos de calidad, coste, entrega, capacidad de desarrollo y de gestión (Torreguitart, 1999).

Los ingenieros de Toyota experimentaron y diseñaron gradualmente un dispositivo (*jidoka* o «automatización con un toque humano») para que las máquinas se detuvieran por sí solas cuando un proceso estaba concluido u ocurría un fallo (Shingo, 1985): si el dispositivo evita errores humanos se denomina *poka-yoke*. Ohno agregó señales luminosas (*andon*), que emitían destellos intermitentes cuando se presentaban dificultades. También utilizó diversos medios de control visual y descentralizó en los trabajadores el control de calidad, formándolos en las herramientas estadísticas apropiadas.

Mientras que los fabricantes europeos y norteamericanos luchaban por poner en práctica la producción ajustada en los noventa, las empresas japonesas descubrieron un error fatal: la producción ajustada no provoca-

ba mayores beneficios. A este fallo de la producción ajustada se le conoció como «Efecto Lexus», que consiste en una preocupación excesiva por la mejora continua, en vez de en su impacto sobre el coste o el diseño. El término se refiere a la historia de Lexus: cuando Toyota introdujo este modelo como marca de lujo en 1991, logró sus mayores tasas de calidad, pero la búsqueda de Toyota de la mejora continua creó un sistema donde los ingenieros tenían poder para sobrespecificar y sobrecomplicar los estándares de diseño al fijar el objetivo en mejorar calidad y productividad, no la rentabilidad en función de la inversión (Rubenstein, 2001).

VI. LA EXPERIENCIA DE VOLVO Y EL TRABAJO EN EQUIPO

Algunos fabricantes europeos pretendieron sustituir la excesiva especialización impulsada por la cadena de montaje, sustituyéndola por una versión adaptada del modelo japonés de trabajo en equipo. La más radical es la experiencia de Volvo. En 1974, el fabricante sueco de automóviles desmontó la cadena de trabajo en su planta productiva de Kalmar (Suecia). La reemplazó por un sistema en que la construcción de los vehículos corría a cargo de equipos de trabajo descentralizados (15-20 operarios). También implantó este sistema en la factoría de Uddevalla. Esta fábrica de nueva creación empezó a funcionar en 1989, ensamblando los modelos 740 y 940. A finales de 1991, la planta fabricaba 22.000 coches por año. Se estimaba que, si alcanzaba su máxima capacidad productiva, fabricaría 40.000 coches por año y daría empleo a 1.000 trabajadores (Adler y Cole, 1993). Los

directivos de Volvo creían firmemente que los equipos y el regreso de la artesanía mejorarían la calidad y fortalecerían la satisfacción del trabajador por su trabajo.

La fábrica de Uddevalla, situada en el Mar del Norte, contaba con una buena iluminación y apenas tenía ruidos. En ella el ensamblaje tenía lugar en una posición estable. Esta fábrica estaba menos mecanizada que una línea de montaje convencional y utilizaba más herramientas y máquinas de uso general. La estructura organizativa era muy plana, de solo tres niveles jerárquicos: trabajadores en los equipos, jefes de los talleres de montaje y director de fabricación. De esta forma, el flujo de información era multidireccional y rápido. En Uddevalla había 16 gerentes para una fuerza de trabajo de 900 operarios. Cada primera línea de mando tenía un tramo de control de 100 trabajadores en comparación con los 20 de una cadena de montaje convencional. El enfoque Uddevalla de suprimir niveles de dirección y eliminar a todos los encargados para dar a los trabajadores más control sobre sus trabajos reducía la tediosidad de la línea de ensamblaje y motivaba a los trabajadores a ampliar sus habilidades. La fábrica estaba organizada en seis «talleres de ensamblaje». Al comienzo, cada taller se dividía en cuatro secciones separadas, que producían de forma independiente una cuarta parte del coche. En una sección trabajaban dos equipos, cada uno formado por una media de diez trabajadores. Todos los miembros del equipo están bien versados en un gran número de funciones de ensamblaje (algunos hasta pueden encargarse de armar un coche completo por sí solos). Finalmente, este logro se consiguió con un equipo de ocho personas,

que ensamblaba cuatro coches por turno. Se pasó de la idea de 500 trabajadores en una línea, con un ciclo de trabajo de dos minutos, a otra de 48 equipos que ensamblaban coches con un ciclo de trabajo de dos horas (Adler y Cole, 1993; Berggren, 1994).

Uddevalla contaba con un sistema muy democrático en la toma de decisiones y en la dirección de la planta. Los equipos decidían sobre la rotación de puestos, la planificación de la producción, la elaboración de procedimientos de trabajo, el pedido de suministros, la selección de los trabajadores y la programación del trabajo. También tomaban parte en las decisiones de política de la empresa, cada equipo con su representante. No había supervisores ni capataces de planta. En Uddevalla las competencias básicas de un trabajador igualaban, al menos, las competencias de 60 trabajadores tomadas en conjunto en una cadena de montaje. A los trabajadores se les paga por acumulación de cualificaciones. Volvo formó a los trabajadores durante 16 semanas antes de iniciar su trabajo en la fábrica como parte de un programa de capacitación y desarrollo que duraba 16 meses (Sandberg, 1995).

En cuanto a las condiciones de trabajo, los trabajadores de Uddevalla utilizaron un sistema de producción más beneficioso para su salud física y psíquica (disminuyó las bajas por enfermedad en mayor medida que en otras plantas fordistas o de producción ajustada), derivado de los ciclos largos de trabajo y el control del ritmo de la producción. El diseño de la fábrica mejoró mucho la ergonomía del trabajo. Incluso se diseñaron herramientas para facilitar la labor de los trabajadores. Más del 80

por 100 del trabajo podía realizarse en una posición cómoda. Además, los trabajadores pudieron aplicar de un mejor modo sus conocimientos al realizar muchas de las actividades que comportan el montaje de vehículos, así como mantener una relación más directa y de mayor confianza con los ingenieros y la dirección. En el sistema de fijación de salarios, además de existir criterios de equidad, la formación era una pieza fundamental, aumentando, de este modo, la eficiencia en producción. Asimismo, cabe destacar el mayor poder de los trabajadores, gracias a la presencia sindical no solo en la construcción de la fábrica, sino también como codirectores de la planta, lo cual redujo la conflictividad laboral.

Debe indicarse que Uddevalla necesitó menos inversiones en herramientas y en equipo y menos tiempo para cambiar la producción entre modelos. Además, en Uddevalla la calidad (medida como la inversa del número de quejas de los clientes) fue mayor que en la media existente en las plantas de montaje europeas y norteamericanas y la planta de Volvo en Goteborg (Berggren, 1995). Asimismo, la planta de Uddevalla tuvo períodos de entrega más rápidos y se adaptó a las demandas de los clientes de mejor manera que otras plantas. Uddevalla funcionó prácticamente con un *stock* de cero vehículos montados. Asimismo, el hecho de producir vehículos siguiendo las demandas de los clientes permitió a Volvo vender sus vehículos con «extras» (radios, teléfonos, etc.), que proporcionaba Volvo, no los concesionarios, aumentando el valor añadido de los coches y generando ingresos adicionales. Sin embargo, la productividad no alcanzaba el nivel de la factoría de Volvo en Gante

(Bélgica), donde la construcción de un coche en su cadena de montaje se realizaba en la mitad de tiempo. Montar un coche en Uddevalla requería 50 horas de mano de obra en comparación con las 37 horas de Kalmar (con 17 años de antigüedad), las 25 horas de su fábrica de Gante, las 22 horas de las empresas japonesas en Estados Unidos y las 17 horas de las empresas japonesas en Japón (Adler y Cole, 1993). Volvo reconoció que la planta de Uddevalla no podría alcanzar niveles de productividad de clase mundial y la cerró en 1993 con solo cuatro años en funcionamiento. La línea fue abolida con grupos de trabajadores ensamblando coches completos. Era buena en calidad. Un año después cerró la fábrica de Kalmar. Un problema serio es que ambas plantas tenían una escala demasiado pequeña.

Una forma menos radical de enfocar la adaptación occidental del modelo japonés de trabajo en equipo procede de la *joint venture* entre Toyota y General Motors: New United Motor Manufacturing, Inc. (NUMMI) (1984-2009), que aceptó adoptar muchas de las prácticas laborales japonesas. A finales de 1983 GM anunció planes para invertir cerca de 100 millones de dólares en una *joint venture* con Toyota para crear la fábrica NUMMI, con objeto de fabricar una versión popular del modelo Corolla de Toyota que se vendiera como el Chevrolet Nova. Todos los directivos de NUMMI procedían de Toyota, por lo que organizaron la fábrica tomando como referencia el sistema *Just in Time*. NUMMI contribuyó a que Toyota aprendiera a tratar con trabajadores, proveedores y empresas de camiones estadounidenses y a relacionarse con el sindicato norteamericano del automóvil (*United Auto Workers*,

UAW) y con los organismos gubernamentales. GM tuvo la oportunidad de conocer de primera mano el sistema de producción Toyota, así como su talante colaborador en sus relaciones con trabajadores y proveedores, su sistema de producción *Just in Time* y su eficaz dirección de fábricas. En NUMMI, la UAW aceptó adoptar muchas de las prácticas laborales japonesas. Así, solo existen tres grados para trabajadores cualificados y uno para los no cualificados, en comparación con las 81 clasificaciones que existían cuando era una planta exclusivamente de GM. Los trabajadores estaban agrupados en equipos de trabajo que se controlaban a sí mismos, cuyo líder lo elegían la dirección en colaboración con el sindicato. Estos equipos tendrían gran autonomía para llevar a cabo las tareas de fabricación y montaje. Como parte del concepto de equipo, los trabajadores almorzaban en la misma cafetería, aparcaban en el mismo aparcamiento y llevaban la misma chaqueta gris en el trabajo. La mano de obra juega un papel importante en el perfeccionamiento tanto del programa de formación como de la puesta en marcha del sistema de producción (Badaracco, 1991). Con el transcurso del tiempo, GM conseguiría, en 1991, que un coche pequeño norteamericano, el Saturn, superara las ventas de los modelos japoneses. El proyecto Saturn, la sexta división de coches de GM, se planificó por el procedimiento de la «hoja de papel en blanco» con objeto de romper el statu quo imperante en la empresa, es decir, se concedió autonomía a su personal para que pudiera diseñar, fabricar, distribuir y vender coches, saliendo de los moldes habituales (Woodruff *et al.*, 1992). La base del proyecto Saturn era el trabajo en equipo, la descentralización

en la toma de decisiones y la colaboración con el sindicato. Saturn sería gestionado por un «Consejo de Acción Estratégica», formado por el presidente del proyecto, su *staff* y la dirección del UAW. La participación en la toma de decisiones se llevaría a través de un proceso de consenso. Solo se utilizarían seis categorías laborales: una para los trabajadores y cinco para las actividades especializadas. Los trabajadores se agrupaban en equipos autodirigidos de 6 a 15 miembros, coordinados por un consejero elegido por el UAW. Los equipos decidían sobre nuevos trabajadores, planes de formación, presupuestos, seguridad, control de calidad, organización del área de trabajo y adquisición de material. Los trabajadores cambiaban de un equipo a otro para evitar la monotonía (Badaracco, 1991).

¿Cómo se enfocaban los equipos de trabajo en la fabricación de automóviles en España? Opel se había planteado que a finales de 1996 todos los trabajadores de producción estuvieran integrados en equipos tras haber recibido la formación permanente oportuna. En Opel España (Póligono de Figueruelas) los equipos de trabajo sostienen, por aquel entonces, la nueva estructura organizativa. El cambio en la organización del trabajo promovido por Opel supone una gran inversión en capital humano, así como un incremento del nivel de responsabilidad y capacidad de decisión de sus trabajadores, revalorizando el papel que juega el trabajador en el seno de la empresa. Con tales equipos se refuerza una estructura organizativa que fomenta el aprendizaje de habilidades operativas, intelectuales y contextuales por parte de sus trabajadores, al mismo tiempo que se crean condiciones individuales y sociales para mejorar

la actitud individual hacia un trabajo desempeñado en una infraestructura taylorista. Con ello, Opel se esfuerza por incorporarse a un sistema de mejoras total que implique a todos sus trabajadores en actividades de mejora continua, rompiendo así, en parte, la clásica división del trabajo entre los que piensan y los que ejecutan con el fin de acercarse a un modelo en que los trabajadores son activos también intelectualmente (Huerta y Villanueva, 1997). Estas y otras prácticas de flexibilidad interna de los recursos humanos de la empresa favorecen la innovación en su seno (Martínez-Sánchez *et al.*, 2009).

VII. PERSPECTIVAS FUTURAS

GM aprendió en los ochenta que gastar sin límite en mejoras de capital no daba lugar a mejoras en la productividad. Mientras que Daimler-Chrysler y Ford adoptaron estrategias de baja tecnología, como instalar máquinas estilo japonés, más flexibles y ligeras en sus plantas, GM invirtió en automatización. Gran parte del gasto de GM en nueva tecnología fue un despilfarro. Una planta automatizada producía solo 30 vehículos por hora y el mal funcionamiento de la maquinaria dañó parcialmente muchos de los vehículos ensamblados. En vez de introducir, en primer lugar, tecnología avanzada, GM debería haber mejorado el funcionamiento de aquella de la que ya disponía, modificando las reglas de juego en el trabajo, los controles al personal, la formación, la dirección participativa y la dirección eficiente de inventarios, esto es, eliminado el despilfarro al estilo de las empresas japonesas con su mejora continua.

En este proceso evolutivo surge la personalización masiva o

mass customization. En la industria del automóvil se pueden distinguir tres estrategias de personalización —nuclear, opcional y de forma—, que reflejan la progresiva integración del cliente en los procesos de diseño, producción y distribución (Alford *et al.*, 2000). La personalización nuclear o pura supone la inclusión del cliente en el proceso de diseño del vehículo. La empresa convierte cada uno de los pedidos que recibe en una única configuración de montaje. Por ejemplo, los clientes de un vehículo todo terreno de Land Rover, en vez de aceptar el vehículo estándar, se ponen en contacto con el fabricante para que su equipo de desarrollo a partir del vehículo base diseñe uno nuevo que satisfaga mejor sus gustos personales. La personalización opcional tiene lugar en vehículos comercializados en alto volumen, al permitir al cliente elegir su vehículo de entre un grupo de opciones, aunque el diseño básico permanece inalterable. La personalización de forma la lleva a cabo el distribuidor, al incorporar algunas de las características que exigen los clientes (o bien se añaden nuevas partes al vehículo o bien se cambian algunas partes estándar con objeto de dar al cliente lo que demande). La personalización de los servicios permite diferenciar el vehículo de los competidores y adaptar la venta a las necesidades del cliente (opciones financieras, de garantía, de seguro y de asociación con los servicios de recuperación, entre una amplia gama).

La electrónica, los elementos de seguridad y, más recientemente, los aspectos medioambientales suponen fuentes de diferenciación indispensables para la continuidad en el mercado competitivo. Solo entre los años 2004 y 2008, los cinco principa-

les fabricantes mundiales esperaban lanzar 250 nuevos modelos o *restyling* de modelos ya existentes (Lunani, 2004). Los pilares básicos que permiten lograr este objetivo comercial con un equilibrio en los costes de producción derivados de estos cambios son básicamente los siguientes: la reducción de plataformas, el diseño modular y la externalización.

En el caso de un vehículo, la plataforma (o estructura del coche) incluye los componentes y módulos, en una gran mayoría estandarizados, que conforman el soporte básico de un vehículo. Sirva como ejemplo el grupo francés PSA Peugeot Citroën, que decidió fabricar todos sus modelos de coches en tres plataformas. Esto significa que los vehículos de la misma categoría comparten el chasis, el motor y todos los elementos que no ven los consumidores: en total, el 60 por 100 de sus componentes. El 40 por 100 restante, todos los componentes y módulos que se ven desde el exterior, son distintos y permiten que cada marca mantenga su personalidad. De esta forma, la plataforma compatibiliza la diversidad de gama de productos con el sustento de su rentabilidad (disminución de inversiones, plazos y costes de producción).

La modularidad es una solución a la complejidad creciente en los procesos de ensamblado. En este sentido deben interpretarse las palabras de Iacocca (1984) cuando se refería a los coches nuevos como una mera ilusión, combinación de partes y módulos de modelos anteriores. Recientes estimaciones cifran el coste de los módulos y componentes adquiridos en el 75 por 100 del coste total de producción de un vehículo (Frigant y Layan, 2009). Este comportamiento se

debe a la complejidad creciente de los automóviles contemporáneos, que cuenta de media con unas 30.000 partes (Takeishi, 2001). De hecho, el fabricante del automóvil cada vez asume en mayor medida el papel de integrador de sistemas y de ensamblador final de componentes y módulos fabricados por suministradores independientes.

Al tiempo que el número de fabricantes del automóvil ha disminuido significativamente (de 30 en 1980 a 12 en 2004), la fuerte consolidación del sector también ha reducido el número de suministradores, lo que ha generado la consolidación de megasuministradores, como Magna y Steyr. Sadler (1999) enumera y describe las 40 primeras empresas en el *ranking* de facturación y número de empleados en el año 1994, anticipando una reducción de las mismas a 15 o 20 para el año 2010. Pasada una década, esta lista de 40 empresas con una facturación superior a unos 2.000 millones de dólares ha cambiado. Por una parte, algunas han sido adquiridas por otras de la lista. En segundo lugar, las supervivientes han aumentado tanto la facturación como su número de empleados. Frigant y Layan (2009) constatan que en 2005 la facturación acumulada por las 30 empresas líderes en la fabricación de componentes supone más del 73 por 100 del total del sector y el volumen medio de facturación de estas empresas ha alcanzado los 11.055 millones de dólares frente a los 6.390 millones de dólares en 1998.

La industria del automóvil se ha visto revolucionada con la incorporación de las demandas medioambientales al diseño de sus productos y procesos. Reducir las emisiones de dióxido de car-

bono de los automóviles con motores de combustión, incluyendo nuevos tipos de combustibles (biofuel), motores de bajo consumo y mejora de los comportamientos de conducción. También hay desarrollos tecnológicos más radicales, como vehículos eléctricos o vehículos eléctricos híbridos. La Unión Europea es quizá la región del mundo más exigente con esta cuestión. Así, por ejemplo, lo hace la Directiva 2000/53/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 18 de septiembre de 2002, relativa a los vehículos al final de su vida útil. Por ejemplo, Peugeot España, con el fin de responder a este reto, se ha comprometido en el control de los gases de efecto de invernadero (140 gramos de CO₂ en 2008) (Brío *et al.*, 2006). No obstante, el poder de mercado de los fabricantes ha obligado a los suministradores de componentes a llevar a cabo los principales ajustes, mediante distribución de documentos escritos, formalización de los procesos para identificar los requisitos legales, realización de auditorías medioambientales internas muy exigentes, formulación de objetivos medioambientalmente mensurables, programas para lograr objetivos medioambientales, revisión periódica de objetivos para lograr la mejora continua, publicación de informes medioambientales, así como asignación y formación de recursos humanos a los temas medioambientales. Ello ha obligado, a su vez, a las empresas suministradoras a endurecer sus requisitos (ISO 14001, formalización de las compras y códigos de buena conducta) respecto a sus propios proveedores e, incluso con planteamientos medioambientales más desarrollados, a establecer relaciones a largo plazo con sus suministradores. La experiencia acumulada de los fabricantes de

coches con las ISO 9000 allanó el camino para la implementación de la ISO 14001, permitiéndoles, a su vez, lograr sinergias (Beechner y Kock, 1997).

Los fabricantes españoles, a pesar de su poder de mercado, tampoco han podido evitar cambios en sus organizaciones como consecuencia de esta nueva normativa, que, en primer lugar, los ha obligado a endurecer las exigencias con los suministradores y a fortalecer las relaciones a largo plazo con ellos. En segundo lugar, fuerza nuevos diseños de productos y el recurso a herramientas medioambientales de diseño de nuevos productos ecológicos. En tercer lugar, exige la formación medioambiental de los trabajadores, el apoyo de la alta dirección y la implicación de los empleados en la actividad medioambiental. Finalmente, se dificulta y formaliza el control de la producción, se intensifican las relaciones con los *stakeholders* externos, se hace necesario un papel predominante dentro de la organización de la actividad medioambiental, con interacción con otras áreas de la empresa, al tiempo que se diseñan nuevas medias de resultado y actividades de recuperación de valor (Junquera *et al.*, 2009).

Otro gran reto de la industria automovilística ha sido y sigue siendo el coche eléctrico, la tecnología eternamente emergente (Fréry, 2000). En la actualidad ha adquirido cierta notoriedad el coche híbrido, quizá como paso previo al coche eléctrico. En realidad, aparece en la última década del siglo XIX y hasta la segunda del XX compitieron más de 20 fabricantes de automóviles en ese mercado. El problema es que el coche eléctrico nunca ha logrado hasta el momento beneficiarse de las economías de escala. Ya en

la década de los noventa del siglo XX, algunos territorios (Francia y California, por ejemplo) reviven el coche eléctrico. Hoy se encuentra todavía en estado preparadigmático, de modo que cada empresa o grupo de empresas ha seguido una trayectoria tecnológica diferente, lo que ha supuesto dinámicas organizativas también distintas. La clave es que la introducción con éxito del automóvil eléctrico, comercializado en masa, exige una sincronización ajustada de los siguientes aspectos (Beaume y Midle, 2009): a) un fabricante capaz de asumir el riesgo financiero de diseñar un coche eléctrico atractivo, adecuado a las especificaciones de la tecnología eléctrica y susceptible de ser fabricado en masa y a un coste aceptable; b) al menos un operador dispuesto a invertir en la red, y c) un tercero, que podría ofrecer al coche eléctrico un incentivo importante hasta que los efectos escala y las ganancias de la productividad lo convirtiera en un competidor real en términos del control de la propiedad del usuario final.

Honda y Toyota, entre los fabricantes históricos, son los señores de la trayectoria híbrida, aunque en este escenario están entrando también fabricantes coreanos y chinos. Toyota puede considerarse pionera. El Toyota Prius es una innovación que implica nuevas conjunciones entre componentes, algunas verdaderas innovaciones radicales avaladas por sus muchas patentes en estos subcampos y la importancia de las nuevas competencias en electrónica, energía, ingeniería eléctrica, etc. (Magnusson *et al.*, 2003). Toyota internalizó el desarrollo de componentes clave, como el sistema de generación de energía, con objeto de reducir costes y hacer que el nuevo sistema funcione sin complicaciones.

Tal característica se vincula a la estrategia de suministro Toyota, que construye fuertes capacidades internas en I+D en nuevos campos, como la electrónica para generar energía, donde se está convirtiendo en líder industrial, y en la producción de componentes críticos, como los motores eléctricos, donde Toyota ha conseguido en poco tiempo ser un importante fabricante en gran escala. Para otro grupo de componentes críticos, baterías y sistemas de baterías, Toyota adquirió un interés de control en su *joint venture* con Panasonic. La razón por la que desarrolló internamente todas las tecnologías para sus vehículos eléctricos híbridos es que la consideraba la mejor estrategia de aprendizaje. Aunque con similitudes, Honda ha adoptado una posición intermedia entre la estrategia de integración de Toyota y el modelo europeo de especialización, al tiempo que construye una amplia experiencia en el mercado y en capacidades de fabricación en gran escala para híbridos, si bien no han invertido tantos recursos en componentes internos como Toyota.

Los fabricantes europeos en gran escala (Volkswagen y PSA, por ejemplo) han sido clave en motores limpios y diésel eficientes, al comenzar a añadir microhíbridos a los productos que ofrecían, como mucho para reducir emisiones, aunque con el objeto de evitar invertir en configuraciones de generación de energía totalmente nuevas. Los especialistas en componentes (Bosch, Valeo y Continental) también desempeñan un papel importante en la configuración del futuro tecnológico, sobre todo para la industria europea del automóvil. En Francia, PSA y Renault introdujeron varios modelos de coche eléctrico. PSA vendió

más de 10.000 unidades de Peugeot 106 y Citroën Saxo, lanzados al mercado en 1995, pero, debido a las bajas ventas, abandonó su producción a principios del siglo XXI.

Los fabricantes europeos tienden a apoyarse en las capacidades de los fabricantes de componentes, como Bosch, ZF, Valeo y Siemens VDO, para construir híbridos totalmente desarrollados, lo cual se justifica con simples eficiencias. Al mismo tiempo, los fabricantes europeos renuncian a la construcción de capacidades para la optimización interna de los productos y para la prueba industrial y comercial a gran escala. Si los módulos de generación de energía híbridos continúan siendo innovaciones modulares y arquitecturales, esto podría constituir un riesgo relevante.

También los fabricantes chinos se han introducido en la fabricación de coches eléctricos, si bien con un paradigma distinto, lo cual permitió al grupo chino BYD convertirse en un significativo participante en el mercado. El sistema de fabricación del grupo BYD todavía se encuentra en evolución. Ha realizado, al menos, dos cambios organizativos significativos para la fabricación de automóviles eléctricos: *a)* ser consciente de pasar de un proceso productivo intensivo en capital a otro en trabajo, y *b)* seguir una política de fuerte integración vertical.

En la producción de baterías BYD se adaptó con éxito un cambio fundamental, que permitió a una empresa japonesa intensiva en capital convertirse en otra china intensiva en trabajo mediante el rediseño del proceso productivo. Esta fuerte capacidad de innovación en proceso, en comparación con otras empresas

chinas, permitiría a BYD adquirir ventajas derivadas de los bajos costes laborales de China. BYD modificó el proceso de producción occidental clásico de modo parcial. Para evitar una excesiva dependencia de los suministradores, las máquinas especializadas se remplazaron por máquinas estandarizadas, automatizadas y semiautomatizadas y, donde fue posible, máquinas importadas por otras construidas internamente. No obstante, BYD ha ido más allá reemplazando líneas automatizadas por trabajo y ha introducido innovaciones al proceso productivo para adaptarlo al uso de una fuerza laboral especializada tradicional en China. Por ejemplo, el complejo de producción de automóviles de Pingshan en Shenzhen emplea a 50.000 personas para producir 200.000 automóviles al año, una tasa mucho mayor que en cualquier otra parte del mundo (Wang y Kimble, 2010).

BYD ha expandido los límites de la empresa, asumiendo lo que normalmente harían los subcontratistas. Las diferentes unidades de negocio de BYD fabrican al menos el 70 por 100 de los componentes de sus propios vehículos. En la planta de Pingshan en Shenzhen algunos de los componentes tradicionalmente subcontratados a otros fabricantes de automóviles se producen internamente e incluso se destina una estación de energía a asegurar el suministro estable de electricidad. BYD cree que este modelo contribuye al ahorro de costes, ayuda al control de calidad y reduce el tiempo de llegada al mercado. Además, resulta ineficiente continuar comprando a los suministradores. El alto nivel de integración vertical de BYD ayuda a asegurar que una corriente constante y flexible de componentes de calidad esté disponible a bajo

coste, lo que, además, la ayuda a mantener su ventaja competitiva.

Los planes de BYD a largo plazo implican emplear a 300.000-400.000 empleados y 30.000 ingenieros. Para ser capaces de atraer y retener a empleados de alta calidad, BYD una vez más necesitó poner en marcha nuevas políticas innovadoras de dirección de recursos humanos. Esto incluyó la creación de un ambicioso sistema de capacitación y formación en todos los niveles de la organización y de bienestar social para sus empleados.

En España Seat lanzará al mercado en 2015 su primer coche híbrido, el León TwinDrive Ecomotive, y en 2016 su primer coche eléctrico, el Altea XL Electric Ecomotive. Ambos se fabricarán en la planta catalana, que se adaptará para la producción de ambos modelos. En 2012 Seat distribuirá prototipos de ambos modelos para analizar su funcionamiento y adaptar el producto final a las demandas del usuario: cederán una docena de vehículos a varias organizaciones colaboradoras, incluidas la Generalitat de Cataluña y el Ayuntamiento de Madrid. En su desarrollo y puesta en práctica colabora con empresas especializadas en las diferentes tecnologías.

VIII. CONCLUSIONES

En este artículo se ha realizado una descripción de la dinámica organizativa en el sector del automóvil durante el último siglo, incluyendo en el análisis las especificidades encontradas en las empresas europeas del sector y, de forma más específica aún, de las empresas instaladas en España. La dinámica organizativa del sector del automóvil puede considerarse paradigmática. En

una primera etapa, el producto ensamblado era una innovación arquitectónica, donde los constructores ensamblan los componentes estandarizados de los suministradores procedentes de otros sectores. Posteriormente, tuvo lugar un proceso de fuerte integración vertical. A continuación, la externalización de componentes se convirtió en la regla del sector. Recientemente, el diseño y la producción de coches eléctricos han conllevado una vuelta a altos niveles de integración vertical.

La relevancia de este trabajo se apoya en las ideas que aporta para entender cómo organizar la actividad productiva en diferentes situaciones y los parámetros en que debe apoyarse dicha elección. No obstante, a pesar de los derrames entre los sectores, las peculiaridades del sector del automóvil también permiten entender que la dinámica organizativa es en buena medida idiosincrásica del sector industrial. En consecuencia, resulta imprescindible replicar el análisis en otro tipo de industrias, sobre todo en aquellas de cambios tecnológicos y organizativos más radicales.

NOTA

(*) Esta investigación es parte del proyecto ECO2009-08485 financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación del Gobierno de España.

BIBLIOGRAFÍA

- ABERNATHY, W. J. (1978), *The Productivity Dilemma: Roadblock to Innovation in the American Automobile Industry*, The Johns Hopkins University Press, Baltimore.
- ABERNATHY, W. J., y WAYNE, K. (1974), «Limits of the learning curve», *Harvard Business Review*, 52(5): 109-119.
- ADLER, P. S., y COLE, R. E. (1993), «Designed for learning: A tale of two auto plants», *Sloan Management Review*, 33(3): 85-94.
- ALFORD, D.; SACKETT, P., y NEDLER, G. (2000), «Mass customization –An automotive

perspective», *International Journal of Production Economics*, 65(1): 99-110.

BADARACCO, J. L. (1991), *The Knowledge Link. How Firms Compete through Strategic Alliances*, Harvard Business School Press, Cambridge.

BALLON, R. J. (1989), «The subcontracting system: Challenge to foreign firms», *Gestión 2000*, 5: 111-150.

BASALLA, G. (1988), *The Evolution of Technology*, Cambridge University Press, Cambridge.

BEAUME, R., y MIDLER, C. (2009), «From technology competition to reinventing individual ecomobility: New design strategies for electric vehicles», *International Journal of Automotive Technology and Management*, 9(2): 174-190.

BEECHNER, A. B., y KOCK, J. E. (1997), «Integrating ISO 9001 and ISO 14001», *Quality Progress*, 30(2): 33-36.

BERGGREN, C. (1994), «NUMMI vs. Uddevalla», *Sloan Management Review*, 35(2): 37-49.

— (1995), «The fate of the branch plants –performance versus power», en SANDBERG, A. (Ed.), *Enriching Production*, Avebury, Aldershot.

BRÍO, J. A. DEL; JUNQUERA, B., y FERNÁNDEZ, E. (2006), «Regulación medioambiental preventiva y estrategia de producción en las empresas recuperadoras de automóviles. Un análisis de casos», *Cuadernos de Economía y Dirección de la Empresa*, 27: 9-32.

CATALÁN, J. (2006), «La SEAT del desarrollo: 1948-1972», *Revista de Historia Industrial*, 15(30): 143-192.

CLARK, K. B.; CHEW W. B., y FUJIMOTO, T. (1987), «Product development in the world auto industry», *Brooking Papers on Economic Activity*, 3: 729-771.

CUSUMANO, M. A. (1985), *The Japanese Automobile Industry: Technology and Management at Nissan and Toyota*, Council on East Asian Studies/Harvard University Press, Cambridge.

EPSTEIN, R. C. (1928), *The Automobile Industry: Its Economic and Commercial Development*, A. W. Shaw, Chicago.

FRÉRY, F. (2000), «Un cas d'amnésie stratégique: L'éternelle émergence de la voiture électrique», *Actes de la 9ème Conférence Internationale de Management Stratégique*, 24-26 May, Montpellier. Disponible en: <http://www.strategie-aims.com/aims2k/AIMS/papiers/frery>.

FRIGANT, V., y LAYAN, J. B. (2009), «Modular production and the new división of labour within Europe: the perspective of French automotive parts suppliers»,

European Urban and Regional Studies, 16(1): 11-25.

GARTMAN, D. (1986), *Auto Slavery: The Labor Process in the American Automobile Industry 1897-1950*, Rutgers University Press, New Brunswick, NJ.

GROSS, D. (1996), *Forbes. Greatest Business Stories of All Time*, John Wiley, Nueva York.

HENDERSON, R. M., y CLARK, K. B. (1990), «Architectural innovation: The reconfiguration of existing product technologies and the failure of established firms», *Administrative Science Quarterly*, 35(1): 9-30.

HUERTA, E., y VILLANUEVA, M. (1997), «La experiencia de Opel España en los equipos de trabajo», *Economía Industrial*, 315: 127-138.

HUGE, E. C., y ANDERSON, A. D. (1988), *The Spirit of Manufacturing Excellence*, Dow-Jones-Irwin, Homewood.

IACocca, L. (1984), *Iacocca: An Autobiography*, Bantam Books, Nueva York.

JUNQUERA, B.; BRÍO, J. A. DEL, y FERNÁNDEZ, E. (2009), «Efectos del Protocolo de Kyoto entre fabricantes y suministradores de componentes en el sector del automóvil: Un análisis de casos», *Revista Económica de Castilla-La Mancha. CLM. Economía*, 15: 327-373.

KLEIN, B.; CRAWFORD, R., y ALCHIAN, A. (1978), «Vertical integration, appropriable rents, and the competitive contracting process», *Journal of Law and Economics*, 21(2): 308-310.

LANGLOIS, R. N., y ROBERTSON, P. L. (1989), «Explaining vertical integration: Lessons from American automobile industry», *Journal of Economic History*, 49(2): 361-375.

— (1995), *Firms, Markets and Economic Change*, Routledge, Londres.

LUNANI, M. (2004), «Forecast cloudy for supplier R&D», *Automotive News*, 79(6127): 22.

MAGNUSSON, T.; LINDSTRÖM, G., y BERGGREN, C. (2003), «Architectural or modular innovation? Managing discontinuous product development in response to challenging environmental performance targets», *International Journal of Innovation Management*, 7(1): 1-26.

MARTÍNEZ, A., y PÉREZ, M. (2005), «Evolución de la relación fabricante-proveedor del automóvil: Modelos teóricos y evidencia empírica», *Economía Industrial*, 358: 37-49.

MARTÍNEZ-SÁNCHEZ, A.; VELA-JIMÉNEZ, M. J.; PÉREZ-PÉREZ, M., y LUIS-CARNICER, P. DE (2009), «Flexibilidad de recursos humanos e innovación: Competitividad en la industria de automoción», *Universia Business Review*, 6(4): 30-43.

<p>NEVINS, A. (1927), <i>The Emergence of Modern America, 1865-1878</i>, Macmillan, Nueva York.</p> <p>OHNO, T. (1988), <i>Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production</i>, Productivity Press, Cambridge.</p> <p>RUBENSTEIN, J. M. (2001), <i>Making and Selling Cars. Innovation and Change in the US Automotive Industry</i>, The Johns Hopkins University, Press Baltimore, Maryland.</p> <p>SADLER, D. (1999), «Internationalisation and specialisation in the European automotive components sector implications for the hollowing-out thesis», <i>Regional Studies</i>, 33(2): 109-138.</p> <p>SANDBERG, A. (1995), «The Uddevalla experience in perspective», en SANDBERG, A. (Ed.), <i>Enriching Production</i>, Avebury, Aldershot.</p> <p>SCHILLING, M. A. (2000), «Toward a general modular systems theory and its applica-</p>	<p>tion to interfirm product modularity», <i>Academy of Management Review</i>, 25(2): 312-334.</p> <p>SHINGO, SH. (1985), <i>A Revolution in Manufacturing. The SMED system</i>, Productivity Press, Cambridge.</p> <p>STIGLITZ, J. E. (1993), <i>Economics</i>, Norton & Company, Nueva York.</p> <p>TAKEISHI, A. (2001), «Bridging inter- and intra-firm boundaries: Management of supplier involvement in automobile product development», <i>Strategic Management Journal</i>, 22(5): 403-433.</p> <p>TAPPI, A. (2007), «El fordismo en la industria europea del automóvil y la SEAT (1950-1970)», <i>Revista de Historia Industrial</i>, 16(34): 97-128.</p> <p>TORREGUITART, M. C. (1999), «Características que definen el modelo de relación entre Nissan y sus proveedores desde la perspectiva de la empresa compradora», <i>XIII</i></p>	<p><i>Reunión Asepelt España</i>, Burgos, 17-18 junio.</p> <p>WANG, H., y KIMBLE, CH. (2010), «Betting on Chinese electric cars? –Analysing BYD’s capacity for innovation», <i>International Journal of Automotive Technology and Management</i>, 10(1): 77-92.</p> <p>WILLIAMS, K.; HASLAM, C.; WILLIAMS, J.; ADCROFT, A., y JOHAL, S. (1993), «The myth of the line: Ford’s production of the model T at Highland Park, 1909-1916», <i>Business History</i>, 35(3): 66-87.</p> <p>WOMACK, J. P.; JONES, D. T., y ROOS, D. (1990), <i>The Machine that Changed the World</i>, Rawson Associates, Nueva York.</p> <p>WOODRUFF, D.; TREECE, J. B.; BHARGAVA, S. W., y MILLER, K. L. (1992), «Saturn», <i>Business Week International</i>, 17 de agosto: 34-38.</p> <p>WREN, D. A., y GREENWOOD, R. G. (1998), <i>The Management Innovators</i>, Oxford University Press, Nueva York.</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------