

FABRICACIÓN ÁGIL EN LA INDUSTRIA ESPAÑOLA. UNA APROXIMACIÓN DESCRIPTIVA

DANIEL VÁZQUEZ BUSTELO (*)
ESTEBAN FÉRNANDEZ SÁNCHEZ

Departamento de Administración de Empresas
Universidad de Oviedo

Las actividades de fabricación han sufrido una notable evolución a consecuencia de los cambios que se han producido en relación con la perspectiva, los principios y los modelos en los que se basa su gestión. En este sentido, todos los cambios que han tenido lugar en el entorno industrial desde mediados de los años setenta han originado la obsolescencia

paulatina de las consideraciones tradicionales de la fabricación como área neutral y de escasa influencia en la consecución de los objetivos estratégicos de la empresa; asimismo, tales cambios han transformado los denominados modelos productivos tradicionales, propiciando la aparición de un nuevo paradigma de producción vinculado a la agilidad. Este paradigma emergente, cuya filosofía plantea un nuevo posicionamiento estratégico en fabricación y exige una visión global en la empresa (Sheridan, 1993), rompe con las directrices del tradicional modelo de producción en masa, poniendo especial énfasis en la adaptación proactiva al cambio en un entorno cada vez más dinámico (Yusuf *et al.*, 1999; Ramesh y Devadasan, 2007).

Con el desplazamiento empresarial hacia un nuevo paradigma basado en la agilidad ha surgido el término *fabricación ágil*. En la última década, este concepto ha sido utilizado de forma creciente para identificar un modelo de producción flexible, capaz de adaptarse rápidamente a los cambios del entorno y con capacidad para introducir una elevada variedad de productos en el mercado con objeto de satisfacer las necesidades de unos clientes cada vez más exi-

gentes (Kidd, 1995; Goldman *et al.*, 1995; Gunasekaran, 1999; Sharifi y Zhang, 1999; Gunasekaran *et al.*, 2002).

La fabricación ágil representa una nueva forma de competencia industrial a escala global para el siglo XXI. Sin embargo, no conlleva el desarrollo de un proceso productivo radicalmente nuevo, sino que, como Yusuf y Adeleye (2002) reconocen, se apoya en el solapamiento y la integración de elementos esenciales propios de distintos sistemas de producción precedentes, aunque utilizados de forma diferente. No obstante, la fabricación ágil se aleja de los patrones propios de la producción en masa, dado que implica la fabricación y comercialización de productos más personalizados en el momento y lugar en el que el consumidor los demanda (Sheridan, 1993). De hecho, favorece la personalización en masa, permitiendo a los consumidores encontrar lo que quieren a un precio razonable (Pine, 1993).

Este trabajo aborda el estudio de los principales objetivos de la fabricación ágil, así como los pilares fundamentales en los que este nuevo modelo de producción se apoya. En concreto, analiza la expe-

riencia real de las empresas españolas en relación con la implantación y el desarrollo de la fabricación ágil con el objetivo de delimitar los factores que facilitan y limitan el despliegue de dicha estrategia. Con este fin, y dado que se utiliza información procedente de una amplia muestra de empresas representativas del conjunto de la industria española, en primer lugar se describe el método de obtención de información y se muestran las principales características de dicha muestra. A continuación, se describen los pilares fundamentales de la fabricación ágil y se presenta su nivel de desarrollo o implantación en las empresas analizadas. Finalmente, se comentan las principales conclusiones alcanzadas.

Esta investigación, de carácter exploratorio, constituye una primera aproximación a la realidad de la fabricación ágil en España. Además, presenta comentarios y reflexiones que pueden servir de base a los investigadores para el desarrollo de un modelo integrador acerca de la fabricación ágil. Por otro lado, los directivos de las empresas pueden encontrar en este trabajo una guía acerca del comportamiento empresarial español en su desplazamiento hacia la fabricación ágil.

METODOLOGÍA DEL ESTUDIO Y CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA ↓

La información necesaria para este estudio procede de una investigación más amplia dirigida a analizar las principales políticas de fabricación en España. Concretamente, los datos utilizados proceden de una encuesta postal sobre una muestra de 275 empresas representativas de la población de 1234 fabricantes (1) que en el año 2004 estaban localizados en España y empleaban más de 100 trabajadores (2) de acuerdo con la base de datos SABI (Sistema de Análisis de Balances Ibéricos).

El análisis descriptivo de la muestra refleja que el sector de fabricación de maquinaria y material eléctrico, con un 20% de empresas, es el sector de actividad más representado, seguido de la industria de construcción de maquinaria y equipo mecánico (17,82%), el sector de fabricación de vehículos de motor, remolques y semirremolques (16,73%), la fabricación de productos metálicos (14,91%) y la industria química (11,64%). En conjunto, estos cinco sectores de actividad acumulan aproximadamente el 80% de empresas de la muestra y reflejan, en gran medida, la composición estructural de la industria española. El número de fábricas que las empresas analizadas mantienen en territorio español oscila entre una única instalación y un máximo de veinticuatro. El 54,3% de las empresas analizadas poseen una única fábrica o instalación productiva en territorio español. Por otra parte, se observa que el 79,6% de las empresas que poseen instalaciones productivas en España tienden a concentrar la fabricación en uno, dos o tres centros de producción en lugar de llevar a cabo una dispersión de su actividad en un número elevado de instalaciones.

Este hecho es coherente con la tendencia actual de las empresas a reestructurar sus centros de producción, cerrando alguno de ellos y concentrando su actividad en un número reducido de los mismos. También refleja la reducida dimensión de las empresas españolas, ya que la muestra utilizada está formada fundamentalmente por empresas (con una o más fábricas) con menos de 500 empleados. La antigüedad media de las fábricas encuestadas es de 39,7 años; el 53% de ellas tiene una edad comprendida entre los 25 y 75 años. Únicamente el 3,5% tiene más de 100 años de antigüedad y por término medio emplean a un total de 384 trabajadores. Un 87,3 % de las fábricas emplean menos de 500 trabajadores, un 8,1% presenta entre más de 500 y menos de 1.000 empleados, mientras que sólo un 4,6% cuenta con 1.000 o más trabajadores. Las fábricas españolas, en general, son de tamaño reducido, lo que repercute negativamente en el logro de economías de escala dificultando la implantación de una estrategia de liderazgo en costes.

Un 55,1% de los fabricantes encuestados está integrado en algún grupo multinacional mientras que el 44,9% restante no cumple esta característica. La pertenencia a un grupo internacional tiene una doble vertiente. Por un lado, las fábricas se benefician de las tecnologías y prácticas de gestión de la matriz. Por otro lado, al tener un tamaño más bien pequeño, corren el riesgo de sufrir deslocalizaciones si el grupo multinacional tiene que hacer frente a una crisis industrial y debe reorganizar sus fábricas, ya que, en ese caso, tiende a cerrar las de menor tamaño.

OBJETIVOS DE LA FABRICACIÓN ÁGIL ↓

Los fabricantes ágiles pueden ser considerados fabricantes flexibles, capaces de ofrecer productos de alta calidad a un coste reducido, con un servicio superior y mejores condiciones de entrega. Así pues, la fabricación ágil no sólo persigue la flexibilidad y la capacidad de respuesta, sino que también considera el coste, la calidad de los productos, el tiempo de entrega y los servicios demandados por los consumidores (Gunasekaran, 1999; Yusuf *et al.*, 1999). La fabricación ágil permite el desarrollo simultáneo de distintas capacidades y el logro de diversos objetivos de fabricación, lo cual supone una clara ruptura con el modelo de *trade-offs* o incompatibilidades entre los diferentes objetivos de producción (Fernández *et al.*, 2006).

Para alcanzar sus objetivos, la fabricación ágil despliega una estructura de gestión innovadora sobre la base de trabajadores altamente formados, motivados y con poder de decisión, que realizan su trabajo en equipo, con el apoyo de tecnologías flexibles e inteligentes y sistemas diseñados para la correcta gestión del conocimiento y el aprendizaje (Kidd, 1995; Zhang y Sharifi, 2007). De este modo, ofrece enormes posibilidades para la reducción de los costes de producción, el incremento de la cuota de mercado, la satisfacción de clientes cada vez mejor informados y más exigentes, la rápida introducción de nuevos productos

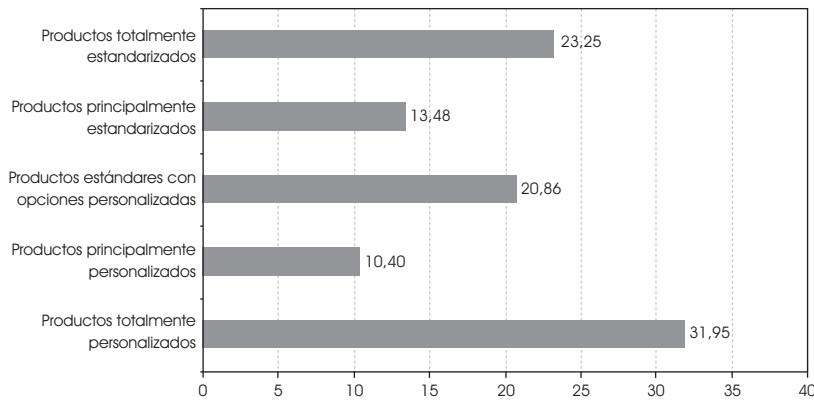


GRÁFICO 1
GRADO DE ESTANDARIZACIÓN Y PERSONALIZACIÓN DE LOS PRODUCTOS
PORCENTAJES DE PRODUCCIÓN

FUENTE:
Elaboración propia .

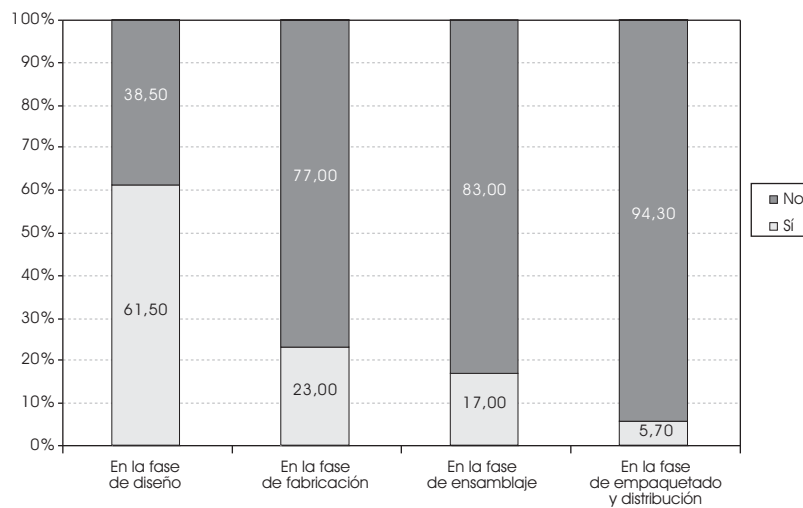


GRÁFICO 2
FASE DEL CICLO DE PRODUCCIÓN EN LA QUE SE PERSONALIZA EL PRODUCTO
PORCENTAJE

FUENTE:
Elaboración propia .

en el mercado, la eliminación de actividades que no añaden valor al producto y el incremento de la competitividad en fabricación (Gunasekaran, 1999). De igual modo, fabricación ágil considera prioritario incrementar la personalización del producto, dado que ésta ha adquirido una creciente importancia como factor determinante del éxito competitivo.

En este estudio, se ha solicitado información a los encuestados acerca del grado de personalización de los productos elaborados por las fábricas. Para ello se ha utilizado una escala de reparto proporcional con cinco categorías comprendidas entre la posición «productos totalmente personalizados» y la posición «productos totalmente estandarizados». Así, se ha obtenido información sobre los porcentajes de producción en las fábricas que se correspondían con cada una de las categorías de la escala. Los resultados obtenidos se recogen en el gráfico 1.

Se observa que, por término medio, el 23,25% de la producción se corresponde con productos totalmente estandarizados, propios de la producción en masa. En el extremo opuesto, el 31,95% de la producción se

corresponde con productos totalmente personalizados. En una posición intermedia se encuentra el 20,86% de la producción, compuesta por productos estandarizados con opciones personalizadas. Como se puede comprobar, un elevado porcentaje de la producción lleva algún grado de personalización. Este hecho es consistente con la creciente demanda observada de productos personalizados por parte del cliente, lo que refuerza la importancia que la fabricación ágil debe tener en la mejora de la competitividad.

En relación con la personalización, se ha analizado, además, el momento en que ésta tiene lugar, identificando la forma en que las especificaciones del cliente se incorporan en la configuración del producto. Para ello, y sólo en el caso de los productos fabricados con algún grado de personalización, se ha obtenido información respecto a la etapa del ciclo productivo en la que se produce principalmente la incorporación de las especificaciones del cliente al producto: a) en la fase de diseño, b) en la fase de fabricación, c) en la fase de ensamblaje o d) en la fase de empaquetado o distribución. Los resultados obtenidos aparecen recogidos en el gráfico 2.

Como se observa, la personalización del producto tiende a considerarse principalmente en la fase de diseño. La segunda y tercera opciones más utilizadas consisten en la personalización del producto mediante la incorporación de las especificaciones del cliente en la fase de fabricación y ensamblaje, respectivamente (en este caso suele recurrirse a la combinación de módulos estándares elegidos por el cliente sobre la base de un listado de opciones ofrecidas por el fabricante). Por último, y como opción apenas utilizada, se encuentra la personalización del producto mediante la incorporación de las especificaciones del cliente en la fase de empaquetado y distribución.

PILARES DE LA FABRICACIÓN ÁGIL ▼

El camino para el desarrollo de la fabricación ágil y, por tanto, la creación de capacidades que permitan a la empresa sobrevivir y prosperar en un entorno sometido a cambios continuos e impredecibles, pasa por la implantación de ciertas prácticas denominadas *facilitadores* o *pilares* de la agilidad (Vázquez-Bustelo y Avela, 2006; Vázquez-Bustelo *et al.*, 2007).

Si bien es cierto que la literatura, hasta el momento, resulta bastante heterogénea, su análisis permite concluir que la fabricación ágil se apoya, al menos, en siete pilares organizativos: gestión de capacidades, establecer alianzas estratégicas, diseño modular, empleo de las nuevas tecnologías, *empowerment*, conocimiento y aprendizaje y política de gestión medioambiental.

Gestión de capacidades ▼

La fábrica ágil ha de desarrollar internamente aquellas capacidades (competencias) que le proporcionan una ventaja competitiva sostenible. Si bien, en ocasiones, existen algunas actividades no críticas que se recomienda asumir para bloquear a los competidores (Quinn y Hilmer, 1994).

La capacidad representa lo que hace bien una empresa y es una habilidad alcanzada con relación a los competidores en la ejecución de una actividad que los clientes consideran valiosa. La capacidad se puede apoyar en un único recurso, si bien pocos recursos por sí mismos proporcionan una ventaja competitiva. En general, la capacidad es el despliegue a lo largo del tiempo de un conjunto de recursos trabajando juntos de forma coordinada. Puede que ninguno de forma aislada sea superior, pero es su combinación la que produce buenos resultados. Un criterio de demarcación de las capacidades considera que éstas han de ser valiosas, raras (escasas), difíciles de imitar y difíciles de sustituir (Barney, 1991).

Así pues, las empresas no tratan de desarrollar internamente las capacidades necesarias para llevar a cabo todas las actividades relacionadas con la fabricación y comercialización de un producto, sino que se concentran en aquellas que potencian las actividades que el cliente considera más valiosas. Estas capacidades contienen elementos que son idiosincrásicamente

sinérgicos (se combinan entre ellos para generar unos resultados que son únicos y más valiosos que los resultados que se obtendrían de dichos elementos por separado), inimitables (no pueden duplicarse) e incontestables (no son susceptibles de compraventa en el mercado). El resto de los recursos de la organización son las denominadas «apuestas mínimas», recursos que son contestables y puede que no únicos (Langlois y Robertson, 1995). Las empresas tienden a desarrollar internamente aquellas capacidades que les proporcionan una ventaja competitiva sostenible.

Las capacidades permiten la fabricación de componentes estratégicos que, en combinación con otros componentes fabricados por la propia empresa o adquiridos en el mercado, dan lugar a los diferentes productos. Por tanto, y como norma general, la fábrica debe evitar la subcontratación de los componentes estratégicos, por lo que deben ser diseñados y fabricados internamente, incluso aunque sea a un coste comparativamente desventajoso (Fruin, 1997), con objeto de mantener en propiedad los conocimientos que los sustentan. Estos componentes poseen, al menos, las siguientes características: a) los clientes los perciben como atributos destacados del producto, b) exigen capacidades de producción especializadas y c) requieren el uso de tecnología estratégica en la que es posible adquirir un claro liderazgo tecnológico.

Establecer alianzas estratégicas ▼

En la medida en que la fábrica ágil se enfrenta a entornos dinámicos, se ve en la necesidad de buscar formas organizativas que le permita obtener (en el menor tiempo posible) los recursos o capacidades necesarias para producir los nuevos productos que satisfacen las necesidades del mercado. Las fábricas ágiles no tienen la obligación de poseer o generar internamente todas las capacidades que necesitan para la fabricación de sus productos, sino sólo las consideradas estratégicas. Por esta razón, la fábrica ágil debe poseer la habilidad de involucrarse de forma rápida y eficiente en distintos tipos de acuerdos de cooperación o alianzas estratégicas (Gunasekaran, 1999).

Por tanto, el paradigma de la agilidad hace compatibles la competencia y la cooperación. La cooperación evitaría que la fábrica ágil se viese en la necesidad de poseer internamente, en cada momento concreto, el conjunto de recursos necesarios para enfrentarse a un nuevo reto. La habilidad para negociar acuerdos que se ajusten a las necesidades de la fábrica y que provean las mejores prácticas a través de socios especializados puede considerarse una capacidad importante a la hora de lograr flexibilidad y rapidez al mercado. Una forma eficaz de llevar a cabo los acuerdos de cooperación es utilizando las tecnologías de la información y las comunicaciones para facilitar la coordinación entre empresas, situación que da lugar a lo que se conoce como «fábrica virtual».

Para conocer el desarrollo de alianzas estratégicas por parte de las empresas estudiadas, se ha pedido a los

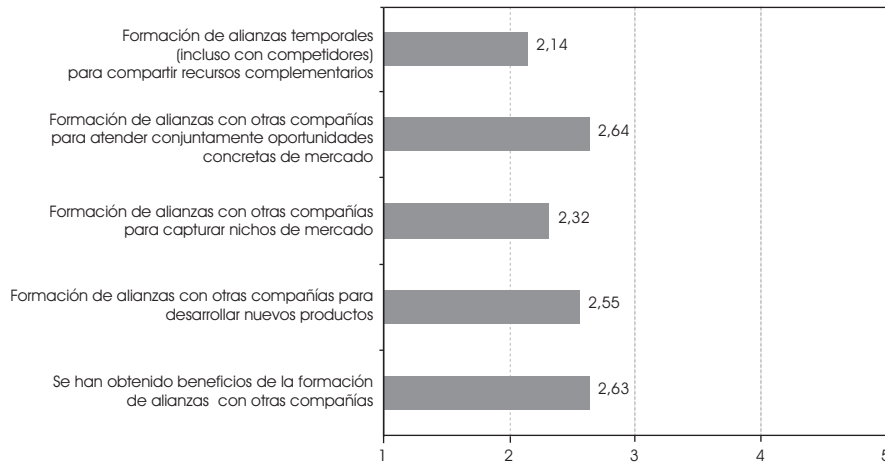


GRÁFICO 3
POLÍTICAS DE FORMACIÓN DE ALIANZAS ESTRATÉGICAS

FUENTE:
Elaboración propia .

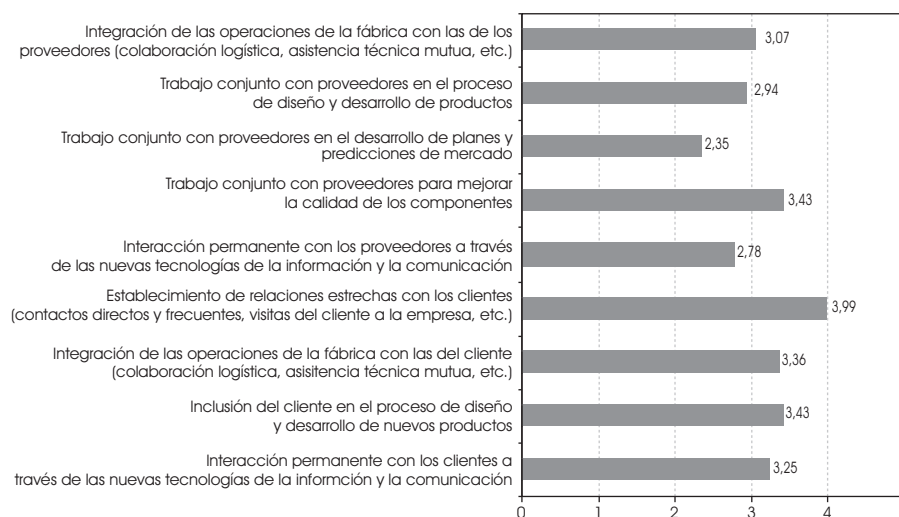


GRÁFICO 4
POLÍTICAS DE COLABORACIÓN CON PROVEEDORES Y CLIENTES

FUENTE:
Elaboración propia .

encuestados que indiquen, en una escala de cinco puntos, el grado de acuerdo/desacuerdo respecto a cinco afirmaciones que describen el empleo de alianzas estratégicas con otras compañías. Los resultados se muestran en el gráfico 3.

Como se puede observar, los resultados medios obtenidos revelan un escaso empleo de las alianzas estratégicas como recurso para mantener o mejorar la ventaja competitiva de la empresa. En términos generales, parece observarse que las empresas recurren al desarrollo interno de capacidades, frente a la búsqueda de acuerdos estratégicos para su obtención. Estos resultados muestran el predominio de los valores competitivos frente a los colaborativos en el desarrollo de negocios. La posible inercia de los valores tradicionales sobre competencia parece ser, por el momento, una barrera al desarrollo de acuerdos de índole estratégico entre empresas. Tampoco ayuda la percepción que tienen las empresas sobre los beneficios que les proporcionan las alianzas.

Entre las alianzas estratégicas, destacan los acuerdos de colaboración con los proveedores. Estos acuerdos son a

largo plazo y su alcance no se limita exclusivamente al suministro de componentes a un precio predeterminado, sino que se extiende al codesarrollo de tecnología y a la mejora de la calidad de los componentes.

En cuanto a la relación con proveedores (gráfico 4) se observan, en términos generales, valores relativamente bajos que revelan la poca importancia concedida a la implicación de estos agentes en las actividades de la fábrica.

Las empresas colaboran con los clientes con objeto de lograr una personalización eficaz del producto a la par que detectar mejor sus necesidades pudiendo, de este modo, lograr una mejor satisfacción de los mismos. No hay que olvidar que los clientes son una fuente importante de innovaciones y que su aprendizaje mediante el uso puede proporcionar a los fabricantes nuevas aplicaciones de los productos. El gráfico 4 recoge las políticas de colaboración con los clientes. Como puede observarse, cada pregunta alcanza un valor relativamente alto. Este resultado se puede deber a que muchos fabricantes producen bajo pedido, de ahí el elevado grado de personalización del producto

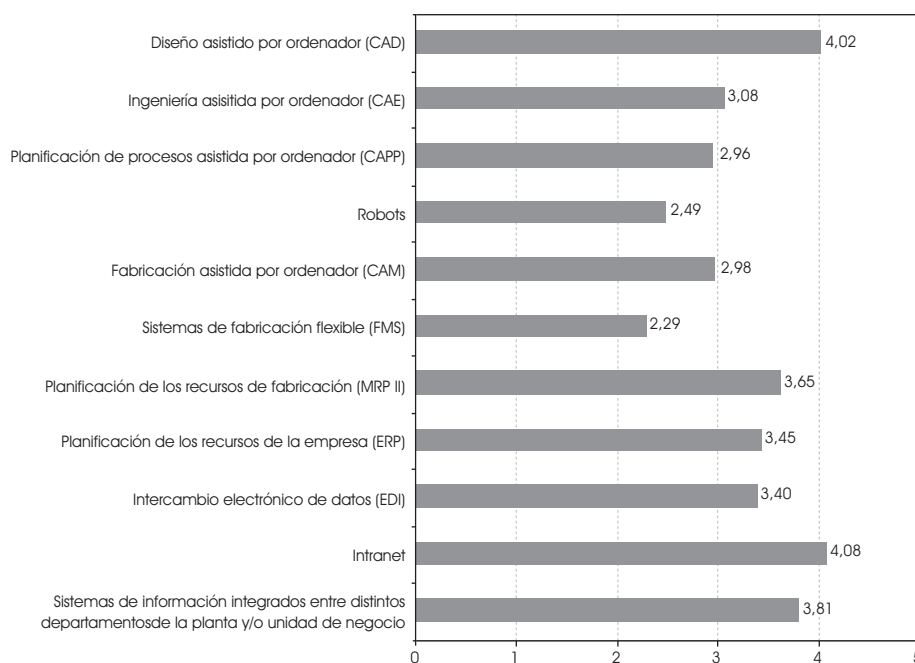


GRÁFICO 5
POLÍTICAS SOBRE
 NUEVAS TECNOLOGÍAS

FUENTE:
Elaboración propia.

en la fase de diseño, así como la colaboración estrecha con los clientes.

Diseño modular

El diseño modular del producto es la mejor forma de conseguir flexibilidad y rapidez, aliviando la presión que se genera cuando los consumidores demandan productos personalizados a costes bajos y reducidos tiempos de entrega. La esencia del concepto modular reside en diseñar, desarrollar y producir componentes que puedan combinarse en un número máximo de configuraciones de producto. De esta forma, la empresa puede convertir los pedidos que recibe en productos únicos. El diseño modular facilita el logro de economías de escala y alcance, al proporcionar tres importantes ventajas (Feitzinger y Lee, 1997): a) la fábrica puede maximizar el número de componentes estándares, ensamblarlos en las etapas más tempranas del montaje y añadir los componentes que diferencian al producto en la etapa final del proceso de transformación; b) los componentes se pueden fabricar en paralelo y de forma independiente, lo que conlleva una reducción del ciclo de producción y c) la fábrica puede diagnosticar más fácilmente problemas de producción y aislar los potenciales problemas de calidad.

Asimismo, se ha analizado el grado de utilización de elementos modulares en la fabricación de los productos. El 57,2% de los casos analizados reconoce utilizar componentes modulares en la configuración de sus productos, lo que favorece la fabricación ágil.

Nuevas tecnologías

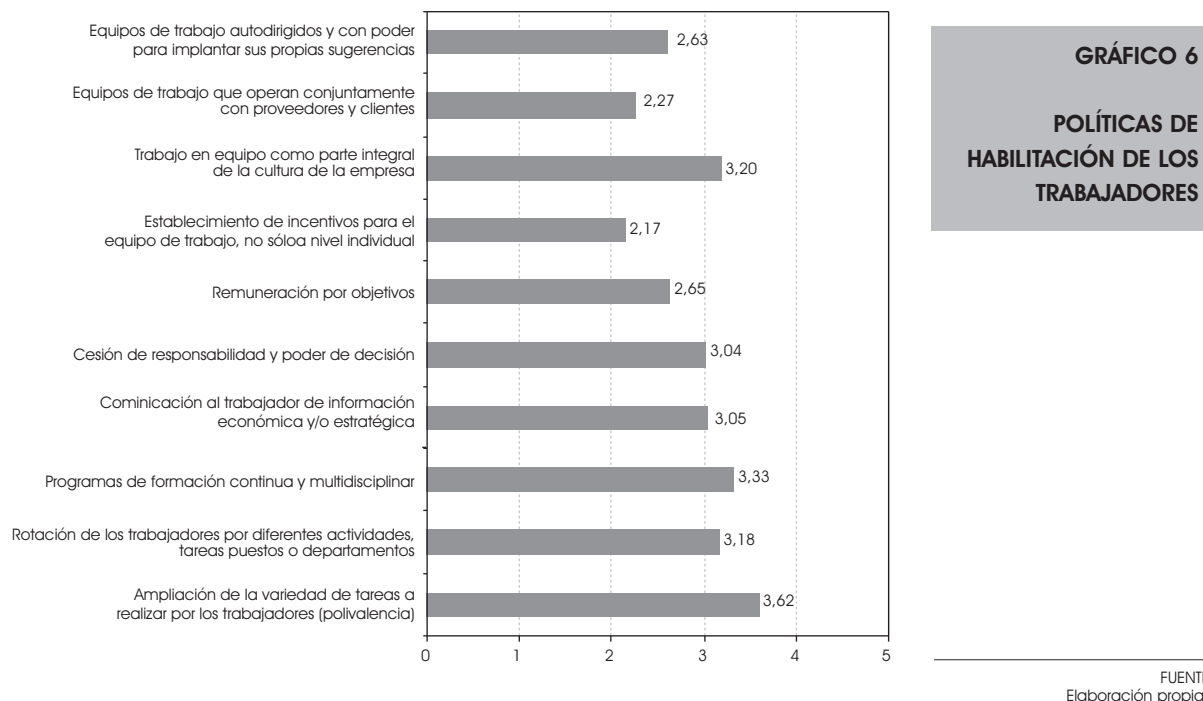
La automatización y las tecnologías de la información y la comunicación juegan un papel primordial en el

despliegue de la fabricación ágil e influyen de forma decisiva sobre el desarrollo económico en el marco de la «Nueva Economía» (Galindo, 2008). La revisión de la literatura pone de manifiesto que la selección de determinadas tecnologías depende de las estrategias específicas elegidas para hacer frente a las necesidades cambiantes de los mercados. Sin embargo, y en conjunto, suelen identificarse tres áreas de notable importancia en las que destaca la aplicación de tecnologías avanzadas: a) en el diseño de productos y procesos, b) en las operaciones de fabricación y ensamblaje y c) en los procesos de administración, planificación, control y gestión de la información.

En relación con cada una de las áreas anteriormente citadas, se ha investigado el grado de aplicación de diferentes tecnologías por parte de las empresas estudiadas, con los siguientes resultados:

Respecto a las tecnologías de diseño, se ha analizado el grado de aplicación del diseño asistido por ordenador (*Computer Aided Design*, CAD), la ingeniería asistida por ordenador (*Computer Aided Engineering*, CAE) y la planificación de procesos asistida por ordenador (*Computer Aided Process Planning*, CAPP). Como se observa en el gráfico 5, destaca la aplicación del diseño asistido por ordenador (CAD), que alcanza una aplicación media de 4,02. El segundo lugar lo ocupa la ingeniería asistida por ordenador (CAE), seguida de la aplicación de la planificación de procesos asistida por ordenador (CAPP). El uso intensivo de estas tecnologías refuerza la personalización del producto.

El grado de implantación de tecnologías de fabricación avanzadas se analizó con relación al empleo de robots, fabricación asistida por ordenador (*Computer Aided Manufacturing*, CAM) y uso de sistemas de fabricación flexible (*Flexible Manufacturing Systems*, FMS).



Como se observa en el gráfico 5, el grado de aplicación de tecnologías de fabricación avanzadas es menor que el de las de diseño, pudiendo destacarse únicamente el empleo de automatización programable de las máquinas, propia de la fabricación asistida por ordenador (CAM). La escasa utilización de estas tecnologías limita la flexibilidad de las fábricas y es una barrera de peso en la evolución de los sistemas productivos hacia la fabricación ágil.

Para analizar el uso de tecnologías de administración y sistemas de información por parte de los fabricantes, se ha pedido a los encuestados que indiquen, en una escala de 5 puntos, el grado de aplicación de distintas tecnologías distintas comúnmente utilizadas en la planificación (MRP II y ERP) y el intercambio de información (EDI, Intranet y sistemas de información integrados entre distintos departamentos de la planta y/o unidad de negocio).

Como se observa en el gráfico 5, las tecnologías de administración y los sistemas de información presentan, en términos generales, una mayor aplicación o desarrollo que las tecnologías de diseño y fabricación. No obstante, aunque estas tecnologías son una palanca en la agilidad no constituyen un elemento central de la misma si no se integran en los sistemas productivos, lo que no parece ser el caso, ya que las empresas utilizan poco las tecnologías avanzadas de fabricación, quizás por requerir elevadas inversiones.

Empowerment

Numerosos investigadores han puesto de manifiesto la importancia que tienen las prácticas de recursos

humanos en el logro de una ventaja competitiva. Las personas –lo que saben, las habilidades que poseen, su iniciativa– y la información a la que tienen acceso son elementos diferenciadores entre las empresas ágiles y sus contrapartes menos ágiles.

Los fabricantes ágiles tienen una actitud hacia la gestión de los recursos humanos muy diferente de la que prevalece en las empresas de producción en masa. Resultan insostenibles las relaciones de confrontación o adversas entre la dirección y los trabajadores, así como las políticas que limitan el acceso a información sobre la empresa y sus operaciones. De hecho, la información debe estar disponible de una forma sin precedentes y unida al desarrollo de una atmósfera de confianza y apoyo mutuo a todos los niveles. El lugar de trabajo no sólo debe ser seguro, sino también atractivo para personas creativas e inteligentes. Se debe propiciar una elevada implicación del trabajador, tanto en puestos directivos como en los operativos, para lo cual hay que otorgarle poder en la toma de decisiones.

Los fabricantes ágiles consideran la formación continua de los trabajadores como una parte integral de sus operaciones. En entornos turbulentos, las empresas deben invertir en nuevas tecnologías de fabricación y comunicación que pueden contribuir a mejorar su grado de agilidad, pero los beneficios derivados de la tecnología no se pueden alcanzar sin la correspondiente inversión en capital humano. De hecho, para mejorar la agilidad en fabricación, resulta imprescindible incidir en las políticas de formación, motivación y trabajo en equipo. La implicación y motivación de las personas en la organización junto con el desarrollo de sus habilidades personales ofrece una de las mejores vías para incrementar el grado de agilidad de las operaciones.

Con el fin de analizar el despliegue de políticas de recursos humanos que apoyan la agilidad en fabricación, se solicitó a los encuestados que indicasen el grado de aplicación en sus fábricas de una serie de programas relacionados con el desarrollo de una fuerza laboral altamente formada, motivada y trabajando en equipo.

En general, como se observa en el gráfico 6, la política de formación de las empresas de la muestra se basa fundamentalmente en la ampliación de tareas que realizan los trabajadores. Se trata de aumentar la diversidad de tareas, es decir, se busca el desarrollo de una fuerza laborar con mayor polivalencia que, finalmente, redunde en un incremento de su flexibilidad. Esta búsqueda de mayor polivalencia se acompaña de programas de formación continua y multidisciplinar y de programas de rotación de los trabajadores por diferentes actividades, tareas, puestos o departamentos.

La política de motivación de los trabajadores no parece haber alcanzado un nivel de desarrollo similar al de formación de los trabajadores. No obstante, a pesar de que ninguna práctica de motivación llega al valor medio de 3,1 (gráfico 6), es preciso comentar que la cesión de responsabilidad y de poder de decisión junto a la comunicación de información económica y/o estratégica de la compañía se posicionan como los principales recursos para la motivación de los trabajadores.

Respecto al trabajo en equipo, se observan resultados dispares. Si bien existe cierto reconocimiento a considerar el trabajo equipo como una parte integral de la cultura de la empresa, se observan niveles relativamente bajos en el desarrollo efectivo de esta política (gráfico 6). De hecho, la capacidad de autogestión e iniciativa de estos equipos para implantar sus propias ideas parece estar limitada. Asimismo, su nivel de integración con equipos de empresas proveedoras o con el propio cliente es notablemente bajo. Igualmente, el desarrollo de esta política en el ámbito organizativo parece no verse acompañado de una política retributiva que incentive el trabajo en equipo a través, por ejemplo, de compensaciones o premios por el buen funcionamiento o resultados del grupo.

Conocimiento y aprendizaje ▼

La fábrica ágil está dirigida por el conocimiento y la información poseída y transmitida por y entre la fuerza de trabajo con ayuda de las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones. Este tipo de fábricas llega a ser considerada una fábrica de conocimiento (o laboratorio de aprendizaje), es decir, un sistema orgánico de aprendizaje dedicado a la creación, recopilación y control de conocimientos (Leonard-Barton, 1992).

La fábrica ágil se identifica con una «organización que aprende», es decir, una organización que gestiona activamente los procesos de aprendizaje para asegu-

rarse que éstos ocurren de forma premeditada y no por casualidad. En este sentido, las fábricas ágiles crean situaciones organizativas adecuadas que favorecen y estimulan el proceso innovador y que persiguen la generación de nuevo conocimiento y su pertinente aplicación práctica. Para ello, crean un ambiente interno que permite la transmisión y difusión de conocimiento tecnológico y que no pone trabas al proceso innovador. Las condiciones más relevantes que debe tener este ambiente interno para favorecer la innovación y, por tanto, la agilidad, se pueden resumir en las siguientes:

- ✓ Establecimiento de estructuras organizativas y planes estratégicos que persigan la adquisición, creación, acumulación, protección y explotación de conocimiento como arma competitiva.

- ✓ Descentralización y autonomía de los trabajadores unida a una política que les permita experimentar sin miedo a las penalizaciones, expresar sus opiniones y compartir libremente el conocimiento que poseen.

- ✓ Desarrollo de infraestructuras de comunicación que permitan el flujo de ideas sin limitar el potencial de creatividad y los nuevos planteamientos sobre las operaciones actuales, en un intento por buscar soluciones proactivas y un mayor entendimiento de los problemas derivados de las presiones del entorno a las que la empresa se enfrenta.

- ✓ Creación de una cultura que aspire a la asimilación de conocimiento externo, que favorezca la accesibilidad a las bases de conocimiento, la propensión a la ayuda, la indulgencia o capacidad para aceptar los errores, así como nuevos modelos de gestión en un contexto en el que el conocimiento es el aspecto básico y la agilidad el objetivo.

Para analizar el estado de desarrollo de la gestión del conocimiento y el aprendizaje por parte de los fabricantes estudiados, se ha pedido a los encuestados que identifiquen en una escala de 1 a 5 el grado de acuerdo o desacuerdo con cinco afirmaciones que sintetizan políticas de creación, transmisión y explotación de conocimiento (gráfico 7).

Los resultados muestran que, en términos generales, la aplicación de políticas de gestión del conocimiento en la empresa industrial española se encuentra en una etapa incipiente y no ha alcanzado un desarrollo similar al de otras políticas. De hecho, las valoraciones medias obtenidas relativas a estas políticas se encuentran entre las más bajas de todas las estudiadas.

La fábrica ágil integra los departamentos funcionales de diseño, ingeniería, producción, comercialización y servicio postventa, ya que consideran que su interdependencia favorece la innovación y el aprendizaje. Para ello resulta indispensable que las funciones estén localizadas en lugares próximos (Fruin, 1997). También

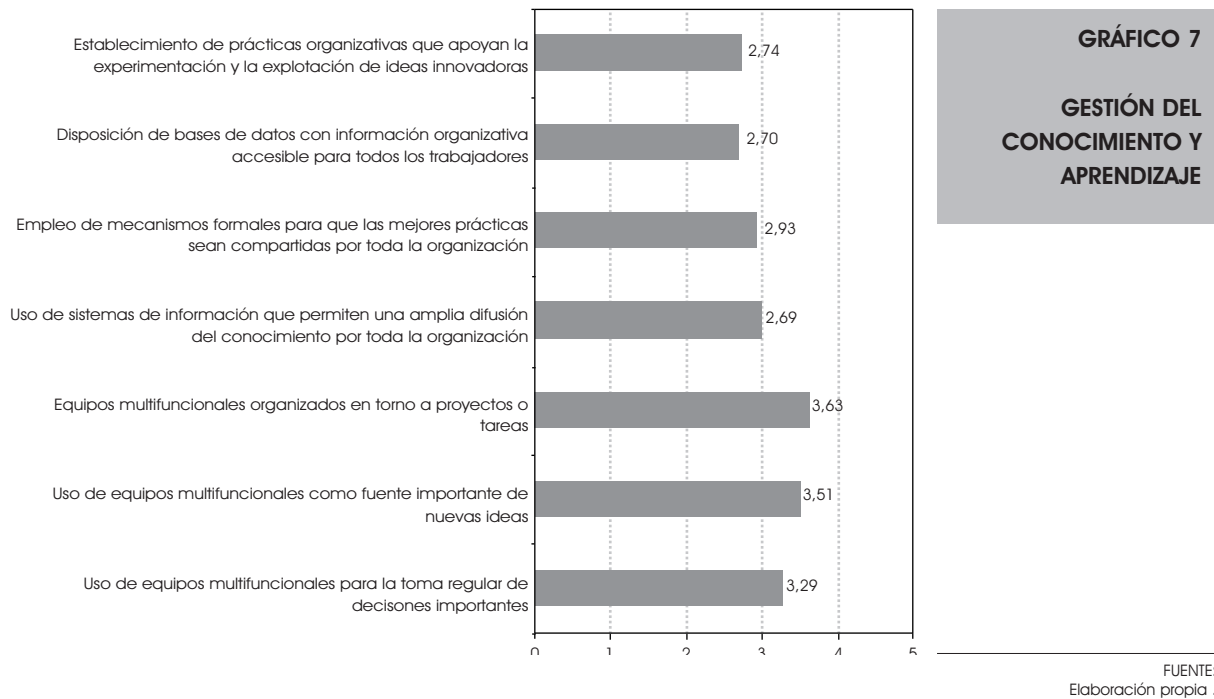


GRÁFICO 7
GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO Y APRENDIZAJE

FUENTE:
Elaboración propia.

resulta necesario que los trabajadores se organicen en equipos que, a su vez, son el punto de apoyo del diseño, el flujo de materiales y la organización del sistema productivo. El aprendizaje tiene que ser cosa de todos, no sólo de unos cuantos especialistas. Por tanto, debe existir una integración física, funcional y espacial del trabajo y de la información. Hay que evitar la existencia de bolsas de información aisladas por razones de cargo, función o turno (Leonard-Barton, 1992). El conocimiento y la riqueza de la fábrica ágil están cada vez más vinculados con factores específicos del lugar y con las relaciones de la organización. Aunque los conocimientos se pueden trasladar de lugar, no ocurre lo mismo con los proveedores especializados y los socios de una alianza, que resultan difíciles de sustituir en entornos diferentes (Fruin, 1997). Por otra parte, el aprendizaje requiere la creación y el control de los conocimientos tanto externos como internos para las actividades actuales y futuras (Leonard-Barton, 1992). Es tan importante la capacidad para absorber y utilizar conocimientos como para crearlos.

A su vez, los trabajadores del conocimiento se pueden transferir de una función a otra, según las necesidades del momento, por lo que todo puede ajustarse en la fábrica del conocimiento convirtiéndose, de esta forma, en una fábrica flexible.

Para analizar el grado de cooperación interdepartamental se ha utilizado una escala que mide el esfuerzo realizado por la fábrica para favorecer la cooperación e integración entre sus distintas áreas. Para ello se ha analizado, básicamente, el empleo de un sistema de toma de decisiones operativas y estratégicas consensuado y el uso de equipos multifuncionales. Los resultados obtenidos se presentan en el gráfico 7.

Como se observa, estamos ante empresas donde la cooperación interdepartamental, a través del despliegue de equipos multifuncionales para la realización de tareas, resolución de problemas o para aportar ideas es, en general, bastante buena (las medias superan ampliamente el valor 3,5), a excepción de la toma de decisiones de relevancia por parte de estos grupos. Esta política se encuentra entre las de mayor aplicación del conjunto de políticas analizadas en esta investigación y revela, por tanto, la importancia que la empresa industrial española concede a la gestión integral y coordinación de las operaciones internas.

La agilidad en fabricación requiere un cambio en la forma de organizar el proceso de desarrollo de nuevos productos. En oposición al enfoque secuencial tradicional (3), la fabricación ágil se apoya en la ingeniería concurrente. Ésta, se basa en un planteamiento integrado del desarrollo del producto donde todos los involucrados trabajan en paralelo y donde se establecen las conexiones adecuadas entre las actividades de los distintos departamentos con el fin de evitar las continuas marchas atrás y los subsiguientes problemas del enfoque tradicional.

Por tanto, el objetivo fundamental de la ingeniería concurrente es mejorar el rendimiento del desarrollo de nuevos productos respecto al enfoque secuencial tradicional, consiguiendo reducciones de tiempo, más flexibilidad, la adopción de una perspectiva más estratégica, mayor sensibilidad a los cambios en el entorno, una orientación a resolver problemas en grupo, el desarrollo de habilidades diversificadas, una mejor comunicación interna y, en consecuencia, una mejora del rendimiento de todo el proceso.

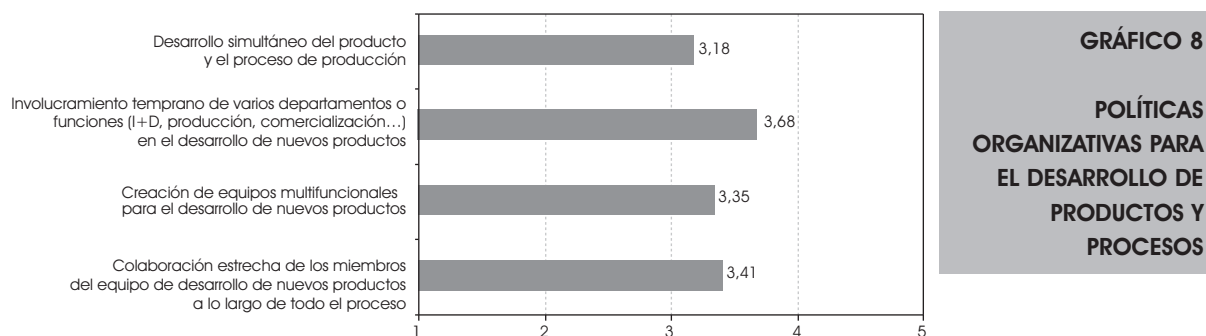


GRÁFICO 8

POLÍTICAS ORGANIZATIVAS PARA EL DESARROLLO DE PRODUCTOS Y PROCESOS

FUENTE:
Elaboración propia.

Para conseguir sus objetivos, la ingeniería concurrente se apoya en tres pilares básicos: (1) la realización simultánea de diferentes actividades del desarrollo del producto que tradicionalmente se ejecutaban secuencialmente, (2) la implicación temprana de todos los participantes y funciones que contribuyen al desarrollo del producto y (3) el trabajo en equipo. Es decir, la ingeniería concurrente supondría la implicación temprana de un equipo multifuncional que planifica simultáneamente el producto, el proceso y las actividades de producción (Valle y Vázquez-Bustelo, 2009).

Para analizar el empleo de ingeniería concurrente por parte de las fábricas analizadas, se ha pedido a los encuestados que valoren en una escala de 1 a 5 el grado de aplicación actual de cuatro políticas directamente relacionadas con los pilares fundamentales de la ingeniería concurrente. Los resultados aparecen recogidos en la gráfico 8.

En términos generales, se observa una notable aplicación de esta política por parte de las empresas que integran la muestra estudiada. Como se aprecia, el grado de aplicación de las distintas prácticas vinculadas con la ingeniería concurrente supera en todos los casos el valor medio de 3, destacándose la importancia concedida a la implicación temprana de distintos departamentos o áreas funciones en el desarrollo de nuevos productos.

Política de gestión medioambiental ↓

Las empresas están sujetas a una serie de factores de presión en materia medioambiental, los cuales inducen a los directivos a considerar dicha variable como un parámetro cada vez más importante en la toma de decisiones. Algunos de estos factores de presión son eminentemente restrictivos con las empresas cuya actividad productiva genera efectos negativos para el medio natural.

La legislación medioambiental es el primer elemento de presión que perciben las empresas y que las incita a implantar prácticas ambientales. Pero, además de este factor de presión, actualmente existen otras razones que están impulsando a las empresas a comprometerse con el medio ambiente y que, como en el caso de los fabricantes ágiles, pueden suponer una

fuerza de oportunidades. Entre ellas, se encuentran las razones de imagen y sociales. La empresa debe tener en cuenta el medio ambiente para evitar denuncias, cada día más frecuentes, que proceden de grupos ecologistas, ciudadanos preocupados por el estado de la naturaleza y organizaciones no gubernamentales. En ocasiones, la motivación de la actuación empresarial no es evitar las posibles denuncias de los grupos sociales, sino mejorar su imagen dentro de su entorno, comunidad o sector industrial. Además, si se realiza con legítimas actuaciones de base y respaldo real, puede suponer un buen factor diferenciador que proporcione considerables ventajas competitivas.

El segundo grupo de factores que incita a las empresas a iniciar prácticas medioambientales tiene que ver con las exigencias de mercado derivadas de la influencia de consumidores ecológicos, aquéllos que persiguen proteger el medio ambiente a través de sus decisiones de compra, ante lo cual seleccionan productos respetuosos con el medio ambiente. La última de las razones por las que las empresas están comenzando a asumir un comportamiento medioambiental es la eficiencia, la cual puede mejorar de la mano de la gestión medioambiental. Esta mejora tiene lugar cuando las empresas se dirigen hacia la ecoeficiencia, es decir, hacia la mejora de los costes mediante el uso más eficiente de los recursos, que se puede conseguir con la adecuada actuación medioambiental (partiendo del supuesto de que la generación de contaminación por parte de la empresa provoca ineficiencias).

Como se observa, los factores de presión medioambiental (legislación, razones de imagen, exigencia de los consumidores y razones de coste y financieras) están ejerciendo cada vez mayor influencia en las empresas para que modifiquen su comportamiento. Esta situación les obliga a responder iniciando actividades y adoptando políticas respetuosas con el medio ambiente (Tarifa y Mendieta, 2009). En este estudio se ha analizado el comportamiento medioambiental de las empresas en relación con ocho actuaciones asociadas a la protección del medio natural. Los resultados obtenidos se muestran en la gráfico 9.

Como se observa existe una más que considerable preocupación e interés por parte de las empresas en la gestión del medio ambiente, sobre todo en lo relativo al cumplimiento de la legislación medioambiental, así

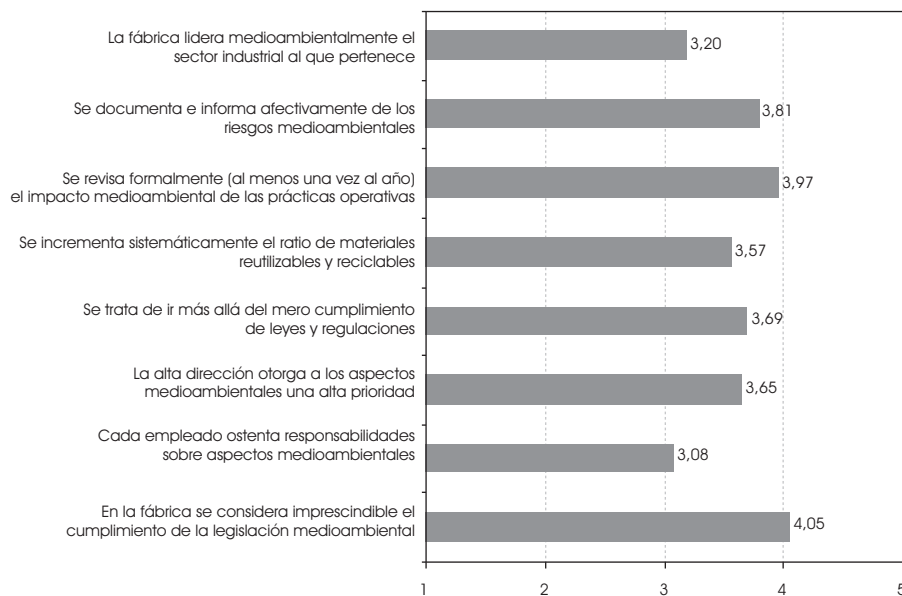


GRÁFICO 9
POLÍTICAS DE GESTIÓN MEDIOAMBIENTAL

FUENTE:
Elaboración propia.

como al análisis de los riesgos e impactos medioambientales. Además, se ha comprobado que tal preocupación e interés por los aspectos medioambientales parece seguir una línea ascendente. No obstante, es preciso mencionar que entre el 59,4% de los encuestados que jerarquizan entre las distintas prioridades de fabricación, el medioambiente ha sido colocado en último lugar ente los objetivos de producción, muy por detrás de las variables coste, flexibilidad, calidad, entrega y servicio.

CONCLUSIONES

En esta investigación se ha pretendido analizar la experiencia real de las empresas españolas en relación con la implantación y el desarrollo de la fabricación ágil. En concreto, el trabajo que aquí se presenta aborda el estudio de los principales objetivos de la fabricación ágil así como los pilares fundamentales en los que este nuevo modelo de producción se apoya. Para ello, utiliza información procedente de una amplia muestra de empresas del sector químico y de transformados metálicos, representativas del conjunto de la industria española, que permite ilustrar el estado de desarrollo de la fabricación ágil en nuestro país.

La implantación de la fabricación ágil, considerada la última de las etapas en la evolución de los sistemas de producción, se ha contemplado como una solución a los problemas derivados de entornos de negocio turbulentos. Mediante la integración y el uso bajo un nuevo enfoque de nuevas prácticas y herramientas –muchas de ellas aún en proceso de desarrollo– con prácticas ya utilizadas en el pasado –y atribuidas a otros sistemas productivos–, la fabricación ágil puede convertirse en una poderosa arma competitiva para las empresas. Sin embargo, tal como se desprende del trabajo realizado, puede decirse que, hasta el momento, la aceptación empresarial de este nuevo mo-

delo de producción ha sido tenue. De hecho, a pesar de que potencialmente la fabricación ágil puede generar importantes ventajas para las empresas, por el momento su adopción en la industria española es incipiente debido a que, al igual que ocurre en el contexto internacional, muchas empresas aún permanecen absorbidas por los principios y las prácticas de fabricación en masa.

A pesar de este conservadurismo, algunos cambios en las condiciones competitivas actuales parecen influir en el proceso de implantación de la fabricación ágil. En concreto, la necesidad de alcanzar niveles adecuados en distintos objetivos de fabricación y la creciente necesidad de adaptar los productos a las necesidades y requisitos establecidos por los clientes se pueden ver como importantes factores motivadores del desarrollo de la fabricación ágil.

En relación con la personalización, se han identificado distintas estrategias que reflejan la progresiva integración del cliente en los procesos de diseño, producción y distribución, siendo la denominada «estrategia de personalización nuclear» la más utilizada por los fabricantes españoles.

Asimismo, se ha observado un desarrollo dispar de las distintas prácticas o pilares de la fabricación ágil. Las características de la fabricación ágil sobre las cuales las empresas españolas han puesto un mayor énfasis han sido: a) la integración de los clientes en las actividades de la fábrica, b) el despliegue de tecnologías de diseño, administración y sistemas de información encaminados a lograr una integración y coordinación intra-empresa, es decir, dentro de área de producción o entre los distintos departamentos o áreas en que se divide la planta o unidad de negocio, c) el empleo de ingeniería concurrente –destacándose la importancia concedida a la implicación temprana de distintos departamentos o áreas funciones en el desarrollo de nue-

vos productos– y d) la realización de actividades y la adopción de políticas respetuosas con el medioambiente orientadas, principalmente, al cumplimiento de la legislación medioambiental, así como al análisis de los riesgos e impactos medioambientales.

Por el contrario, se ha observado un menor esfuerzo en: a) el desarrollo de alianzas estratégicas, predominando los valores competitivos frente a los colaborativos en el desarrollo del negocio y una orientación clara al desarrollo interno de capacidades, b) la cooperación con los proveedores en el diseño y mejora de la calidad de los componentes, c) el empleo de tecnologías de fabricación avanzadas, d) la utilización de sistemas adecuados para la gestión del conocimiento y e) el despliegue efectivo (más allá de una mera declaración de intenciones) de políticas que potencien el desarrollo de los recursos humanos.

(*) Los autores agradecen al Ministerio de Ciencia e Innovación la ayuda financiera recibida para la realización de este trabajo de investigación (Proyecto MICINN-09-ECO2009-08485).

NOTAS †

- [1] La clasificación sectorial de las empresas que componen la muestra analizada se realizó teniendo en cuenta la Clasificación Nacional de Actividades Económicas (CNAE-93), por ser ésta la más utilizada en el ámbito nacional. A efectos de esta investigación se seleccionaron para su estudio empresas pertenecientes a los siguientes sectores industriales: industria química (CNAE_24), fabricación de productos metálicos excepto maquinaria y equipo (CNAE_28), industria de la construcción de maquinaria y equipo mecánico (CNAE_29), fabricación de máquinas de oficina y equipos informáticos (CNAE_30), fabricación de maquinaria y material eléctrico (CNAE_31), fabricación de material electrónico; fabricación de equipo y aparatos de radio, televisión y comunicaciones (CNAE_32), fabricación de equipo e instrumentos médico-quirúrgicos y aparatos ortopédicos (CNAE_33), fabricación de vehículos de motor, remolques y semirremolques (CNAE_34), fabricación de otro material de transporte (CNAE_35), fabricación de muebles; otras industrias manufactureras (CNAE_36).
- [2] Cabe considerar que la elección de empresas con más de 100 trabajadores se ha basado en criterios similares a los seguidos en la Encuesta sobre Estrategias Empresariales (ESEE) (Fariñas y Jaumandreu, 1994) y ha sido frecuente en estudios previos sobre Dirección de Operaciones.
- [3] Mediante el empleo del enfoque tradicional, conocido habitualmente como «tirar los planos por encima de la pared», se avanza a lo largo de un proceso estructurado con fases secuenciales claramente definidas, a través de las cuales el producto se define, diseña, se transfiere a la planta de fabricación y se envía al mercado. Cada una de estas actividades no comienza a realizarse hasta que la anterior ha finalizado completamente, existiendo una falta de integración entre las áreas funcionales implicadas en el proceso.

BIBLIOGRAFÍA †

- BARNEY, J. B. (1991): «Firm resources and sustained competitive advantage», *Journal of Management*, vol. 17, nº. 1, pp. 99-120.
- FARIÑAS, J. C. y JAUMANDREU, J. (1994): «La encuesta sobre estrategias empresariales: Características y usos», *Economía Industrial*, nº 299, pp. 109-119.
- FEITZINGER, E. y LEE, H. L. (1997): «Mass customization at Hewlett-Packard: The power of postponement», *Harvard Business Review*, January-February, pp. 116-121.
- FERNÁNDEZ, E., AVELLA, L. y FERNÁNDEZ, M. (2006): *Estrategia de Producción (2ª Edición)*, McGraw-Hill, Madrid.
- FRUIN, W. M. (1997): *Knowledge Works. Managing Intellectual Capital at Toshiba*, Oxford University Press, Oxford.
- GALINDO, M. A. (2008): «Las TIC y su papel en el crecimiento económico y en la Nueva Economía», *Economía Industrial*, nº 370, pp. 15-24.
- GOLDMAN, S. L., NAGEL, R. N. y PREISS, K. (1995): *Agile Competitors and Virtual Organizations: Strategies for Enriching the Customer*, Van Nostrand Reinhold, New York.
- GUNASEKARAN, A. (1999): «Agile manufacturing: A framework for research and development», *International Journal of Production Economics*, vol. 62, nº 1-2, pp. 87-106.
- GUNASEKARAN, A., TIRTIROGLU, E. y WOLSTENCROFT, V. (2002): «An investigation into the application of agile manufacturing in an aerospace company», *Technovation*, vol. 22, pp. 405-415.
- KIDD, P. T. (1995): *Agile Manufacturing, Forging New Frontiers*, Addison Wesley, London.
- LANGLOIS, R. N. y ROBERTSON, P. L. (1995): *Firms, Markets and Economic Change*, Routledge, London.
- LEONARD-BARTON, D. (1992): «The factory as a learning laboratory», *Sloan Management Review*, otoño, pp. 23-38.
- PINE II, B. J. (1993): *Mass Customization: The New Frontier in Business Competition*, Harvard Business School Press, Boston.
- QUINN, J. B. y HILMER, F. G. (1994): «Strategic outsourcing», *Sloan Management Review*, verano, pp. 43-55.
- RAMESH, G. y DEVADASAN, S. R. (2007): «Literature review on the agile manufacturing criteria», *Journal of Manufacturing Technology and Management*, vol. 18, nº 2, pp. 182-201.
- SHARIFI, H. y ZHANG, Z. (1999): «A methodology for achieving agility in manufacturing organizations: An introduction», *International Journal of Production Economics*, Vol. 62, pp. 7-22.
- SHERIDAN, J. H. (1993): «Agile manufacturing: Stepping beyond lean production», *Industry Week*, Vol. 242, nº 8, pp. 30-46.
- TARIFA, J. y MENDIETA, C. (2009): «El medioambiente en las empresas y empresas del medio ambiente», *Economía Industrial*, nº 371, pp. 101-111.
- VALLE, S. y VÁZQUEZ-BUSTELO, D. (2009): «Concurrent engineering performance: Incremental versus radical innovation», *International Journal of Production Economics*, vol. 19, nº 1, pp. 136-148.
- VÁZQUEZ-BUSTELO, D. y AVELLA, L. (2006): «Agile manufacturing: Industrial case studies in Spain», *Technovation*, vol. 26, pp. 1147-1161.
- VÁZQUEZ-BUSTELO, D., AVELLA, L. y FERNÁNDEZ, E. (2007): «Agility drivers, enablers and outcomes: Empirical test of an integrated agile manufacturing model», *International Journal of Operations and Production Management*, vol. 27, nº 12, pp. 1303-1332.
- YUSUF, Y. Y., SAHARDI, M. y GUNASEKARAN, A. (1999): «Agile manufacturing: The drivers, concepts and attributes», *International Journal of Production Economics*, vol. 62, pp. 33-43.
- YUSUF, Y. Y. y ADELEYE, E. O. (2002): «A comparative study of lean and agile manufacturing with a related survey of current practices in UK», *International Journal of Production Research*, vol. 40, nº 17, pp. 4545-4562.
- ZHANG, Z. y SHARIFI, H. (2007). «Towards theory building in agile manufacturing strategy-A taxonomical approach», *IEEE Transactions on Engineering Management*, vol. 54, nº 2, pp. 351-370.