

# INNOVACIÓN TECNOLÓGICA, SISTEMAS Y TÉCNICAS UTILIZADAS EN LA I+D POR LOS PROVEEDORES DIRECTOS EN CATALUÑA DE LOS FABRICANTES DE AUTOMÓVILES

Llorente Galera, F.  
Universidad de Barcelona

**Recibido:** 13 de diciembre de 2007

**Aceptado:** 21 de noviembre de 2008

**RESUMEN:** Las empresas proveedoras de los fabricantes requieren de la innovación de productos para ofrecer productos diferenciados y de superior valor añadido. Para reducir costes y plazos en la innovación de productos han de utilizarse diversas técnicas, métodos y sistemas. Este trabajo busca conocer si las empresas hacen innovaciones tecnológicas y si utilizan determinadas técnicas que reducen el tiempo y costes de desarrollo de sus productos. Para ello se realiza una encuesta a una muestra de proveedores directos ubicados en Cataluña de los fabricantes de automóviles. La aplicación de las técnicas Homals y cluster permiten elaborar una tipología de empresas.

**PALABRAS CLAVE:** Innovación de producto, Técnicas, Proveedores, Industria automovilística, Cataluña

## TECNOLOGICAL INNOVATION, SYSTEMS AND TECHNIQUES USED IN R+D BY CATALONIAN DIRECT SUPPLIERS OF OEMS

**ABSTRACT:** The direct suppliers firms of manufacturers require the products innovation to offer distinguished products and with an upper added value. Different techniques, methods and systems have to be used to reduce costs and time in the products innovation. This research wants to know if the firms do technological innovations and if they use techniques to reduce the time and costs of the development of their products. A survey is done to a sample of direct suppliers of OEMs located in Catalonia. The Homals and Cluster techniques achieve to make a typology of enterprises.

**KEYWORDS:** Product innovation, Techniques, Suppliers, Motor industry, Catalonia

## 1. INTRODUCCIÓN

Los fabricantes desde la década de los noventa están delegando I+D a un número inferior de proveedores directos, debiendo éstos de ofrecer sus innovaciones de productos en plazos y costes competitivos, que requieren menor ciclo de vida de los productos y *time to market* (Lamming, 1993). Las empresas proveedoras deben utilizar un conjunto de sistemas, métodos y técnicas que lo faciliten (Milson et al., 1992; Bañegil, 2001; Martínez y Pérez, 2003;), dentro de la incorporación de la producción ligera (Womack et al., 1990).

Las empresas en Cataluña necesitan diferenciarse de los países de bajo coste, ofreciendo mejor calidad y mayor I+D+I como elementos relevantes. En tal sentido, el objetivo del presente artículo es comprobar si los proveedores directos ubicados en Cataluña de los fabricantes de automóviles realizan innovaciones tecnológicas, utilizando determinados sistemas de automatización y técnicas para realizar el diseño y/o desarrollo de sus productos; que posibilitan conseguir la innovación de productos en coste, calidad y tiempo competitivos.

## 2. NECESIDAD DE LA INNOVACION TECNOLOGICA. GESTIÓN DE LA I+D

La innovación de productos se precisa para adaptarse a los requerimientos de los clientes, aumentar la seguridad de los vehículos y ajustarse a unas estrictas normativas medioambientales, ofreciendo mayor valor añadido y diferenciación. Las empresas están presionadas por unos clientes que demandan más productos novedosos<sup>1</sup>, con superior tecnología, que duran menos en el mercado, y a un precio inferior en términos reales.

Las empresas con capacidad de I+D suelen recibir un pliego de condiciones (con requerimientos técnicos) o cuaderno de cargas<sup>2</sup> del fabricante a los que ajustarse. Suelen colaborar con el cliente y proveedores, incorporando la ingeniería simultánea<sup>3</sup>, para acabar de pulir el diseño de la pieza, sistema o conjunto, utilizando la ingeniería propia y su know-how para desarrollar determinada función que le asigna el fabricante.

Las empresas ante ello han de conseguir adecuadas capacidades en el campo del desarrollo de nuevos productos, destacando las siguientes (Muffato, 1999): reducir el *time to market* y posterior *lead time*; disponer de recursos más flexibles; efectuar unos procesos de desarrollo de nuevos productos más flexibles y eficientes; así como crear y gestionar nuevo conocimiento.

Su consecución depende principalmente del tipo de organización implantada, del adecuado uso de las TIC, así como de los métodos y técnicas utilizados que permitan reducir el tiempo de desarrollo, mejorar la calidad y obtener más eficiencia en la I+D.

Para conseguir una I+D eficaz se deben utilizar las TIC, destacando entre otras el CAD (diseño asistido por ordenador), el CAM (fabricación asistida por ordenador) y el CAE (ingeniería asistida por ordenador).

El CAD ayuda a conseguir el diseño óptimo, permitiendo efectuar modificaciones rápidas en el diseño, variando los parámetros numéricos. El CAE ofrece modelizar y simular las piezas y sistemas complicados diseñados por el CAD, utilizándose antes del prototipo (Miranda et. al., 2005). Mediante tal simulación es posible estimar sobre prototipos virtuales el comportamiento físico del producto, previamente a que exista cualquier prototipo físico (Idom, 2003). El CAM<sup>4</sup> posibilita después del CAD/CAE monitorizar y controlar el proceso de fabricación.

La expansión de las redes intranet/internet/extranet, facilitando el EDIWeb, permiten que los sistemas de CAD, CAM y el CAE puedan integrarse tanto en el interior de las empresas, como facilitar la conexión con los agentes externos que forman la red.

La necesidad de minorar el tiempo entre diseñar y obtener la pieza física, así como reducir el coste del prototipo implica también tener que utilizar el *rapid prototyping*, al posibilitar construir prototipos directamente a partir de los datos que facilita el CAD en pocas horas, reduciendo el tiempo de diseño y desarrollo (ASCAMM, 1999).

El AMFE (*Análisis modal de fallos y efectos*) diseño permite mejorar la calidad en la fase de diseño. Posteriormente, el AMFE de procesos posibilita mejorar la calidad de los procesos (Busquets, 2001). Cuando el diseño y desarrollo del producto le viene dado a la empresa, sólo requiere del AMFE de procesos puesto que entonces sólo realiza industrialización.

La metodología del QFD (*Desarrollo de la función de calidad*) estudia, analiza, valora y jerarquiza los atributos de los productos apreciados por los consumidores, comparando con los que ofrece la empresa (Akao, 1993; Idom, op.cit.). Algunas empresas de la muestra no lo han implantado porque no tienen contacto con el usuario del coche. En tales casos las respectivas funciones que desea el usuario las recoge el fabricante.

El *Análisis valor* asegura obtener un producto que cumpla con su función al menor coste posible, posibilitando minorar los costes del producto, conservando o incrementando sus prestaciones (Forn, 2001). La aplicación de las técnicas del Análisis valor durante el diseño y antes de entrar en la fase productiva se denomina Ingeniería del valor (Fernández et al., 2006). Permite atacar problemas y/o realizar mejoras en el diseño y desarrollo de los productos

mediante un proceso de diseño funcional y económico, siendo preciso implantar el trabajo en equipo (Luque y Montoya, 1995). Hace posible según Fernández et al. (op cit.): a) conocer las necesidades que debe satisfacer el producto; b) la clasificación de los objetivos técnicos y económicos; c) obtención de las sinergias que se derivan del trabajo en equipo; d) mejorar la calidad del producto; e) mejorar la relación calidad/precio aumentando la competitividad; f) utilizar un lenguaje común por parte del personal de las diferentes áreas de la empresa.

Ciertas empresas no utilizan la ingeniería de valor (o en esporádicas ocasiones) porque las especificaciones técnicas les vienen muy marcadas por el cliente (p.e. empresas de estampación). Además reciben del fabricante la geometría de la pieza en 3D que deberá de evaluar, necesitando conseguir un adecuado entorno de manera que la pieza encaje con el resto, sin que haya interferencias de las mismas en el conjunto<sup>5</sup>. Asimismo, han de cumplirse las normas de calidad y ofrecer los servicios que el fabricante exige.

Las posibilidades de realizar el diseño dependen de si el fabricante se lo delega al proveedor, incidiendo el tipo de pieza y la complejidad de producto que incorpora.

Los *Métodos Taguchi y/o DOE* en el ámbito de la I+D permiten obtener un diseño robusto, ofreciendo mayor calidad y productividad del desarrollo del producto (Yuin y Alan, 1997). Si se utiliza sólo en los procesos permite que éstos sean más robustos.

El *DFMA (Diseño para fabricación y ensamblaje)* busca simplificar la fabricación y ensamblaje, permitiendo analizar el diseño del producto con el objetivo de reducir costes y tiempos de ensamblaje y producción, buscando minorar el número de componentes, el número de defectos y el tiempo de mercado (Miranda et al., 2005).

### **3. METODOLOGÍA**

Se ha realizado una encuesta a una muestra significativa de empresas, mandándoles el respectivo cuestionario para conocer los objetivos que se comentan a continuación.

#### **3.1. Estructura y objetivos del cuestionario**

El cuestionario diseñado y enviado a las empresas pretende conocer si las empresas proveedoras directas ubicadas en Cataluña realizan innovaciones tecnológicas y disponen determinados sistemas de automatización y técnicas que permiten un desarrollo del producto más eficaz y eficiente. En concreto interesan las siguientes variables:

- Si las empresas realizan innovación de productos (comprobando si hacen investigación, diseño del producto y/o desarrollo del producto) e innovación de procesos
- Utilizar ciertos sistemas de automatización (CAD, CAM, CAE, *rapid prototyping*).
- Incorporar ciertas técnicas y métodos para gestionar la I+D (análisis de valor, ingeniería de valor, ingeniería simultánea, AMFE, DFMA, QFD, Métodos Taguchi).

Se realiza un análisis univariante de cada atributo, pasando después a efectuar un análisis bivariante (verificando el grado de asociación entre pares de atributos) y finalmente multivariante, estableciendo e interpretando tablas de contingencia múltiples (comprobando la presentación conjunta de los atributos considerados), el análisis Homals (buscando relaciones entre varios ítems) y el análisis Cluster (para obtener tipologías de empresas). De los subconjuntos que ofrecen el cluster

se contrasta si aparecen diferencias significativas en la medida de tendencia central sobre determinados ratios de rentabilidad y de productividad del factor trabajo, así como respecto a la variable plantilla.

### 3. 2. Ficha técnica de la encuesta

*Alcance:* Comunidad autónoma de Cataluña.

*Población:* Empresas proveedoras directas de los fabricantes de automóviles. N=115.

*Elementos de muestreo:* Los directores de los departamentos de I+D o directores de ingeniería.

*Tipos de preguntas:* La mayoría de variables son dicotómicas y un número reducido cuantitativas.

*Fecha del trabajo de campo:* Se realizó en el año 2003. Posteriormente, para su confirmación y corrección de errores, en el primer semestre del 2007 se preguntaron otra vez los ítems en referencia al año 2003. Los errores más graves se dieron en cinco empresas que realizaban innovaciones de productos, al verificar que no realizaban innovación de productos, contrariamente a las respuestas del 2003. Destacamos también que diversas empresas de la muestra confundieron en el 2003 la disposición del QFD con la norma QS, y en otras empresas resultó que la utilizaban en el grupo multinacional (donde hacían el diseño del producto) en vez de aplicarla en la filial española.

*Índice de respuesta:* Un 88,7% de la población (102 empresas).

*Muestra final:* 100 empresas. Se eliminaron dos empresas por inconsistencia en sus datos.

*Error muestral:* Tomando la expresión de la estimación de las proporciones poblacionales y escoger la máxima holgura, es decir, considerar que la proporción poblacional es 0,5, con entonces el margen de error de muestreo de la estimación es de 3,8 %.

*Técnica de investigación:* Encuesta telefónica y e-mail.

## 4. ANALISIS DE LAS VARIABLES. EXPLOTACIÓN ESTADÍSTICA

### 4.1. Innovación tecnológica, sistemas de automatización y técnicas utilizadas en la I+D.

En la tabla 1 presentamos la distribución de frecuencias univariante asociada a los tipos de innovación tecnológica (productos y procesos). En las empresas que hacen innovación de productos se busca conocer si hacen investigación, diseño y /o desarrollo de producto. Para cada atributo se ofrecen las respectivas frecuencias absoluta y relativa<sup>6</sup>, así como el intervalo de confianza asociado a la proporción poblacional de cada ítem. En el caso de las multinacionales de capital extranjero se recoge la actividad de sus filiales catalanas.

El 36% de las empresas analizadas dijeron realizar "Investigación", el 45% "Diseño" (incorporan también a las que hacen investigación) y el 61% "Desarrollan productos" (porcentaje coincidente con las que innovan en productos). Las 3 fases conjuntas las realizan el 33% de empresas (las mismas que las dos primeras fases). El intervalo de confianza al 95% de la proporción poblacional de empresas que realizan "Innovaciones de productos", presenta un límite inferior próximo al 50% y superior cercano al 70%. En cambio, una elevada proporción de empresas de la muestra "Innovan en procesos" (94%), incidiendo la necesidad de optimizar sus procesos para ajustarse a las reducciones de precios que les imponen los fabricantes, necesitando continuas eficiencias y mejorar su productividad, lo que suele implicar incorporar nueva maquinaria y rediseñar sus procesos.

A diversas multinacionales desde finales de los noventa no les era rentable mantener un centro de diseño y desarrollo en Cataluña o España sólo para SEAT y otros fabricantes ubicados en España. La tendencia en los proveedores directos es estar cerca de los importantes centros de I+D de los fabricantes, por lo que se ha ido centralizando la I+D más en los centros de los respectivos grupos en Alemania, Francia, Inglaterra y EEUU. Tal circunstancia implica que las filiales españolas que precisan de la I+D, a efectuar en tales centros extranjeros, han de pagarla, afectando a sus cuentas de resultados.

**Tabla 1. Innovaciones tecnológicas y fases de I+D (a) que realizan.  
Total empresas. Intervalo de confianza para la proporción poblacional de disponer cada atributo a un nivel de confianza del 95%.**

Ítems	%	Intervalo de confianza al 95% para la proporción poblacional
Innovación de productos	61	0,51;0,71
Innovación de productos obteniendo nuevos productos (b)	46	0,36;0,56
Innovaciones de procesos	94	0,89; 0,99
Investigación	36	0,27;0,45
Diseño	45	0,35; 0,55
Desarrollo de productos	61	0,51;0,71

(a) Consideramos los ítems sólo de las fases de investigación, diseño y desarrollo del producto

(b) También realizan innovaciones para mejorar sensiblemente productos existentes

En la tabla 2 se presenta la distribución univariante asociada a los distintos atributos sobre diversos sistemas de automatización, técnicas y métodos que posibilitan realizar una I+D más eficiente y eficaz. En la misma también se ofrecen los intervalos de confianza para las respectivas proporciones muestrales de los ítems. Todas utilizan el “AMFE proceso). Se observan valores altos de la proporción muestral respecto a los ítems disponer “CAD”, así como realizar “Innovaciones de procesos”(Tabla 1). Prácticamente la mitad dicen utilizar la “Ingeniería Simultánea”y el “Análisis valor” al efectuar su I+D. En cambio, la proporción muestral no llega al 50% en el resto de ítems considerados, siendo valores de grado medio-bajo en los ítems: utilizar el “CAD/CAM”; utilizar el “*Rapid prototyping*”; aplicar el “QFD”; utilizar el “CAE”, incorporar el “DFMA”, y aplicar los “Métodos Taguchi/DOE”. La proporción muestral es baja para los atributos aplicar los “Métodos Taguchi/DOE en diseño/desarrollo” y la “Ingeniería de valor”.

En algunas multinacionales extranjeras que hacen I+D se ha verificado que el diseño les viene dado por la matriz, no precisando de un equipo de ingeniería simultánea en su filial española, realizándose entonces las fases de desarrollo e industrialización en su filial de Cataluña. En tal circunstancia, lo que hacen es ajustar el desarrollo del producto a las necesidades concretas de sus clientes en España. En dos empresas, los responsables de ingeniería del producto comentaron que la menor complejidad del producto implicaba que no fuese preciso implantar la ingeniería simultánea.

Entre los sistemas que precisan las empresas para realizar la innovación de productos están el CAD/CAM/CAE. Verificamos que la incorporación de sistemas CAD es efectiva en una elevada proporción de empresas (89%). En cambio, sólo una proporción media-baja de empresas utiliza el CAD/CAM (43%), interiorizando el CAM en la empresa (29%) o lo subcontratan, así como el CAE (39%). La significativa menor incorporación del CAE y el CAM respecto el CAD, también se verificó en Llorente (2001) en una muestra de la misma población en 1996.

En el caso del subsector químico/plásticos las empresas no suelen utilizar el CAM. En cambio, es más utilizado en el metal al ser más frecuente mecanizar piezas. Algunas empresas obtienen de su matriz las prestaciones que requieren del CAM, de forma que una vez diseñado el producto en CAD los respectivos ficheros se envían a la matriz para que haga el CAM y el output que obtiene se transfiere posteriormente a la filial catalana.

La “Ingeniería del valor” se aplica casi en una de cada cuatro empresas. Tres empresas de capital alemán que hacen I+D decían no conocer tal terminología, pero tras comentarles el contenido de la citada técnica entonces afirmaron utilizarla. Asimismo, la metodología del QFD la utiliza una de cada tres empresas (34%), de las cuales dos la utilizan sólo en el ámbito de producción.

Los métodos Taguchi y/o DOE todavía no los utilizan ni la mitad de las empresas (43%), manteniendo proporciones parecidas a las verificadas en la encuesta previa (Llorente, 2001). Las empresas que los utilizan en el diseño y/o desarrollo de sus productos son casi una cuarta parte del total (24%). La dificultad de su introducción se debe a la complejidad estadística que supone su implantación, necesiéndose poseer personal preparado en los mismos, que algunas empresas carecen.

El DFMA lo tienen implantado el 40% de las empresas y el AMFE producto casi la mitad (el 53%). En cambio, el AMFE proceso lo disponen todas las empresas muestreadas.

**Tabla 2. Sistemas de automatización y técnicas utilizadas. Total empresas.**  
**Intervalo de confianza al 95% para la proporción poblacional de disponer cada atributo**

Ítems	%	Intervalo confianza al 95% para la proporción poblacional
CAD	89	0,83; 0,95
CAD/CAM (a)	43	0,33; 0,53
CAE	39	0,29; 0,49
Ingeniería simultánea	54	0,44; 0,64
<i>Rapid prototyping</i>	37	0,28; 0,46
QFD	34	0,25; 0,43
QFD diseño/desarrollo	32	0,23; 0,41
AMFE proceso	100	-
AMFE de producto	53	0,43; 0,63
Análisis de valor	57	0,47 0,67
Ingeniería de valor	26	0,17; 0,35
Métodos Taguchi y/o DOE	43	0,33 0,53
Métodos Taguchi en diseño/desarrollo productos	24	0,16; 0,32
DFMA	40	0,30; 0,50

- (a) Por el ítem CAD/CAM consideramos tanto cuando ambos están conectados a nivel interno, así como también cuando el CAM se subcontrata a un proveedor al que se le suministran datos desde el CAD de la empresa.

Bañeguil et al. (2001) encontraron en España que las empresas de equipos de transporte utilizaban la fabricación rápida de prototipos casi el 40% de empresas, el QFD el 58%, el DFMA algo más del 40%, la Ingeniería simultánea el 64%, el CAD casi el 100%, el CAE el 71% y el CAM cerca del 48%. Sin embargo, no queda claro en tal obra si la muestra se refiere sólo a las que desarrollan nuevos productos o bien que también recoge a las empresas que no desarrollan nuevos productos.

Se verifica que el 65,2% de las empresas que innovan y obtienen nuevos productos realizan “Investigación” y el 62,2% también “Diseño” (así como “Desarrollo”).

Mediante el test U de Mann Whitney se contrasta respectivamente como hipótesis nula si el valor de la medida de tendencia central es la misma respecto las variables: “Productividad del factor trabajo” (cociente entre el valor añadido y el coste salarial), “Rdo. del ejercicio/A.T.”, “Rdo. explotación/A.T.”, “Ratio margen: Rdo. antes impuestos/ingresos explotación” y “Rdo. explotación/Importe neto cifra de negocios”, seleccionando como variables de agrupación individualmente (con las categorías sí/no): “Investigación”; “Diseño”; “Desarrollo de productos”; “Innovación de productos”; “Innovación de productos obteniendo nuevos productos” (ver tabla 3). El tamaño muestral disponible para tales ratios obtenidos o calculados a partir de los datos de la base de datos SABE es de 96 observaciones (excepto para la productividad del trabajo, donde sólo son 92). Se

verifica que sólo cuando la variable de agrupación en el citado test es el ítem “Innovaciones de productos y se obtienen nuevos productos” hay diferencias significativas en la medida de posición central en las variables: Ratio de margen, Productividad del factor trabajo, Rdo. explotación/A.T. y Rdo. explotación/Importe neto cifra de ventas

**Tabla 3. Contraste U de Mann Whitney segmentando las empresas según obtengan nuevos productos o no.**

	Productividad del factor trabajo	Rentabilidad económica	Rdo. Explot./A.T.	Ratio del margen	Rdo. explot./Importe neto cifra ventas
U de Mann-Whitney	699	909,5	739	855	792
p-valor	0,006 (**)	0,081	0,003 (**)	0,032 (*)	0,009 (**)

(\*)  $p < 0,05$ ; (\*\*)  $p < 0,01$

El rango promedio asociado a tales ratios es superior en las empresas que realizan innovación de productos y obtienen nuevos productos (véase tabla 4).

**Tabla 4. Rangos promedios según las empresas realicen o no innovaciones de productos para obtener nuevos productos.**

	Productividad del factor trabajo	Rentabilidad económica	Rdo. Explot./A.T.	Ratio del margen	Rdo. explot./Importe neto cifra de ventas
Categoría No	39,27	43,83	40,28	42,76	41,34
Categoría Si	54,74	53,79	57,43	55,0	56,28

#### 4.2. Contrastes de independencia y de asociación entre pares de atributos considerados

Analizamos el contraste de independencia para los pares de atributos seleccionados en la tabla 5, a partir de las respectivas tablas de contingencia 2x2 y calculando el estadístico chi-cuadrado de Pearson con la corrección de Yates (o bien la prueba exacta de Fisher, si las frecuencias esperadas son inferiores a cinco en la prueba chi-cuadrado). Medimos la intensidad de asociación mediante los coeficientes  $\phi^2$  y Q de Yule<sup>8</sup>.

**Tabla 5. Contraste de independencia y medidas de asociación de las variables: “Realizar innovación de productos”, “Realizar innovación de productos para obtener nuevos productos” y efectuar las fases de I+D: “Investigación”, “Diseño” y “Desarrollo de producto”. Total empresas.**

Atributos considerados	Chi cuadrado con corrección Yates	p- valor	Phi	Q de Yule
Innovación de productos * Investigación	33,4	0,000	0,51	1,0
Innovación de productos* Diseño	49,4	0,000	0,59	1,0
Innovación de productos * Desarrollo de productos	95,8	0,000	0,71	1,0
Innovación de productos obteniendo productos nuevos* Investigación	29,3	0,000	0,49	0,87
Innovación de productos obteniendo productos nuevos* Diseño	45,9	0,000	0,57	0,94
Innovación de productos obteniendo nuevos productos * Desarrollo	51,5	0,000	0,59	1,0
Investigación * Diseño	46,6	0,000	0,57	0,96
Investigación * Desarrollo de productos	33,4	0,000	0,51	1,0
Diseño * Desarrollo de productos	49,4	0,000	0,59	1,0

Al combinar por pares los atributos: “Innovación de productos” o bien “Innovación de productos para obtener nuevos productos” respecto los sistemas y técnicas que se analizan, se observa que en todos los pares la asociación es significativa. Verificamos que el estadístico Q de Yule ofrece valores altos para la mayoría de pares de ítems (tabla 6), con valores casi del doble respecto el coeficiente phi, indicando la Q de Yule bastante intensidad de asociación entre los pares de atributos que rechazan la hipótesis nula de independencia. Toma el valor 1 cuando hay asociación perfecta, consecuencia de que una celda de la tabla de contingencia es nula.

La asociación suele ser al menos de grado medio entre el ítem “Innovaciones de productos” y la mayoría de diferentes técnicas y métodos considerados; en cambio, con los sistemas de automatización ello sólo ocurre con el CAE.

Los valores próximos a la unidad de la Q de Yule se dan entre “Innovación de productos para obtener nuevos productos” respecto de los ítems “Ingeniería Simultánea”, “AMFE producto”, “*Rapid prototyping*”, “Métodos Taguchi/DOE en diseño/desarrollo” (si bien en cuanto al coeficiente phi tiene un valor inferior a las otras tres variables).

**Tabla 6. Contraste de independencia y medidas de asociación de la variable “Realizar innovación de productos para obtener nuevos productos” respecto a diferentes sistemas y técnicas. Total empresas.**

Atributos considerados	Chi cuadrado con corrección Yates	p-valor	Phi	Q de Yule
Innovación de productos para obtener nuevos productos * CAD	8,2	0,004	0,32	1,0
Innovación de productos para obtener nuevos productos * CAD/CAM	20,5	0,000	0,47	0,78
Innovación de productos para obtener nuevos productos * CAE	24,2	0,000	0,51	0,62
Innovación de productos para obtener nuevos productos * Ingeniería simultánea	53,88	0,000	0,75	0,98
Innovación de productos para obtener nuevos productos * Métodos Taguchi/ DOE en diseño/desarrollo	25,36	0,000	0,53	0,92
Innovación de productos para obtener nuevos productos * Métodos Taguchi//DOE	9,8	0,002	0,33	0,60
Innovación de productos para obtener nuevos productos * <i>Rapid prototyping</i>	43,54	0,000	0,68	0,94
Innovación de productos para obtener nuevos productos * AMFE producto	44,97	0,000	0,68	0,95
Innovación de productos para obtener nuevos productos * QFD diseño/desarrollo	22,88	0,000	0,50	0,84
Innovación de productos para obtener nuevos productos * QFD	21,2	0,000	0,48	0,81
Innovación de productos para obtener nuevos productos * Análisis del valor	31,62	0,000	0,58	0,89
Innovación de productos para obtener nuevos productos * Ingeniería de valor	20,17	0,000	0,47	0,85
Innovación de productos para obtener nuevos productos *DFMA	18,56	0,001	0,45	0,77

La variable “Innovación de productos” al cruzarse respectivamente con las variables “Ingeniería simultánea”, “CAE”, “CAD/CAM” “QFD”y “DFMA” ofrece un valor próximo a la unidad (véase tabla 7). Por el coeficiente phi destaca con el “Análisis del valor” y “AMFE producto”.



**Tabla 7. Contraste de independencia y medidas de asociación de la variable realizar “Innovación de productos” respecto a diferentes sistemas y técnicas. Total empresas.**

Considerados	Chi cuadrado con corrección Yates	p- valor	Phi	Q de Yule
Innovación de productos * CAD	16,6	0,000	0,44	1,0
Innovación de productos * CAD/CAM	34,9	0,000	0,61	0,95
Innovación de productos * CAE	33,2	0,000	0,60	0,97
Innovación de productos * Ingeniería simultánea	61,3	0,000	0,80	0,99 )
Innovación de productos * Métodos Taguchi(DOE en diseño/desarrollo	18,1	0,000	0,45	1,0
Innovación de productos * Métodos Taguchi/DOE	11,7	0,001	0,36	0,68
Innovación de productos * <i>Rapid prototyping</i>	35,0	0,000	0,61	1,0
Innovación de productos * AMFE producto	74,5	0,000	0,88	1,0
Innovación de productos * QFD en diseño/desarrollo	27,7	0,000	0,55	1,0
Innovación de productos * QFD	25,9	0,000	0,53	0,95
Innovación de productos * Análisis del valor	42,43	0,000	0,93	1,0
Innovación de productos * Ingeniería de valor	20,3	0,000	0,47	1,0
Innovación de productos * DFMA	30,06	0,000	0,57	0,94

Posteriormente, para cada par de ítems se efectúa el contraste de hipótesis de independencia en el total de empresas, utilizándose el contraste chi cuadrado de Pearson con la corrección de Yates. En la tabla 8 se exponen los pares de ítems en los que se rechaza la hipótesis nula de independencia, junto a los valores de las medidas de asociación phi y Q de Yule.

**Tabla 8. Contraste de independencia y medidas de asociación entre atributos que son significativos (\*). Total empresas.**

Atributos considerados	Chi cuadrado con corrección Yates	p- valor	Estadístico exacto de Fisher (p-valor)	Phi	Q de Yule
CAD * CAE	-	-	0,006	0,28	1,0
CAD * Rapid prototyping	-	-	0,006	0,27	1,0
CAD * AMFE producto	-	-	0,000	0,38	1,0
CAD * Ingeniería simultánea	-	-	0,000	0,38	1,0
CAD * QFD en diseño/desarrollo	-	-	0,001	0,32	1,0
CAD * Ingeniería del valor	-	-	0,062	0,21	1,0
CAD * DFMA	-	-	0,003	0,29	1,0
CAD/CAM * CAE	48,0	0,000	-	0,71	0,95
CAD/CAM * <i>Rapid prototyping</i>	23,5	0,000	-	0,51	0,82
CAD/CAM * Ingeniería Simultánea	38,4	0,000	-	0,64	0,93
CAD/CAM * AMFE producto	30,8	0,000	-	0,58	0,88
CAD/CAM * QFD en diseño/desarrollo	6,3	0,012	-	0,27	0,53
CAD/CAM * Análisis del valor	23,9	0,000	-	0,51	0,84
CAD/CAM * Ingeniería del valor	11,4	0,001	-	0,36	0,70
CAD/CAM * M. Taguchi/DOE en diseño/desarrollo	8,2	0,004	-	0,31	0,57
CAD/CAM * DFMA	14,7	0,000	-	0,40	0,70
CAE * <i>Rapid prototyping</i>	22,1	0,000	-	0,49	0,80
CAE * Ingeniería simultánea	35,3	0,000	-	0,62	0,93
CAE * AMFE producto	27,8	0,000	-	0,55	0,88
CAE * Análisis del valor	21,8	0,000	-	0,49	0,64
CAE * Ingeniería del valor	6,3	0,000	-	0,27	0,56
CAE * M. Taguchi/DOE en diseño/desarrollo	8,7	0,000	-	0,32	0,64
CAE * QFD en diseño/desarrollo	15,7	0,000	-	0,42	0,74
CAE * DFMA	14,9	0,000	-	0,41	0,71
<i>Rapid prototyping</i> * Ingeniería simultánea	41,6	0,000	-	0,67	0,98
<i>Rapid prototyping</i> * AMFE producto	39,7	0,000	-	0,65	0,98
<i>Rapid prototyping</i> * Análisis del valor	27,0	0,000	-	0,54	0,90
<i>Rapid prototyping</i> * Ingeniería del valor	31,5	0,000	-	0,59	0,91

<i>Rapid prototyping</i> *QFD en diseño/desarrollo	26,8	0,000	-	0,54	0,86
<i>Rapid prototyping</i> * M. Taguchi/DOE en diseño/desarrollo	21,8	0,000	-	0,49	0,85
<i>Rapid prototyping</i> * DFMA	16,8	0,004	-	0,43	0,74
Ingeniería Simultánea * AMFE producto	57,6	0,000	-	0,80	0,78
Ingeniería Simultánea * Análisis del valor	35,6	0,000		0,62	0,90
Ingeniería Simultánea * Ingeniería del valor	22,9	0,000	-	0,50	0,95
Ingeniería Simultánea * QFD en diseño/desarrollo	23,3	0,000	-	0,50	0,89
Ingeniería Simultánea * M. Taguchi/DOE en diseño/desarrollo	24,3	0,000	-	0,51	1,0
Ingeniería Simultánea * DFMA	32,4	0,000	-	0,59	0,91
AMFE producto * Análisis del valor	38,3	0,000	-	0,64	0,91
AMFE producto * Ingeniería del valor	28,7	0,000	-	0,56	1,0
AMFE producto * QFD en diseño/desarrollo	33,8	0,000	-	0,60	0,96
AMFE producto * M. Taguchi/DOE en diseño/desarrollo	25,6	0,000	-	0,53	1,0
AMFE de producto / DFMA	19,3	0,000	-	0,46	0,80
QFD diseño/desarrollo * Análisis del valor	28,2	0,000	-	0,55	0,96
QFD diseño / desarrollo * Ingeniería del valor	52,5	0,000	-	0,75	0,99
QFD diseño / desarrollo * AMFE producto	20,1	0,000	-	0,47	0,81
QFD diseño / desarrollo * M. Taguchi/DOE en diseño/desarrollo	15,4	0,000	-	0,42	0,76
QFD diseño / desarrollo * DFMA	17,2	0,000	-	0,43	0,73
Análisis valor * Ingeniería del valor	24,2	0,000	-	0,52	1,0
Análisis valor * M. Taguchi/DOE en diseño/desarrollo	13,7	0,000		0,39	0,86
Análisis valor * DFMA	16,0	0,000	-	0,42	0,75
Ingeniería del valor * M. Taguchi/DOE en diseño/desarrollo	30,0	0,000	-	0,57	0,92
Ingeniería del valor * DFMA	14,2	0,000	-	0,40	0,75
M. Taguchi /DOE * DFMA	22,4	0,000	-	0,50	0,87

(\*) No hemos recogido las empresas con QFD y Métodos Taguchi que no correspondan a las fases de diseño y/o desarrollo

Seguidamente se seleccionan las empresas que dicen innovar en productos y se buscan los pares de ítems en los que se rechaza la hipótesis nula de independencia, junto a las medidas de asociación phi y Q de Yule asociadas. Obsérvese en la tabla 9 la reducción de pares de ítems que ofrecen asociación significativa respecto al total de empresas muestreadas, de los que la mayoría siguen con valores elevados del coeficiente Q de Yule. Tal circunstancia es mayor si sólo se analizan tales estadísticos en la submuestra de empresas que realizan “Innovaciones de productos para obtener nuevos productos” (véase tabla 10).

**Tabla 9. Contraste de independencia y medidas de asociación entre atributos (\*) que son significativos. Empresas que innovan en productos.**

Atributos considerados	Chi cuadrado con corrección Yates	p- valor	Estadístico exacto de Fisher (p-valor)	Phi	Q de Yule
CAD/CAM * CAE	20,6	0,000		0,61	0,90
CAD/CAM * Ingeniería Simultánea	-	-	0,012	0,35	0,79
CAD/CAM * DFMA	14,7	0,000	-	0,40	0,70
CAE * Ingeniería simultánea	-	-	0,044	0,30	0,73
Ingeniería simultánea * Ingeniería del valor	22,9	0,000	-	0,50	0,95
Ingeniería simultánea * M. Taguchi en diseño/desarrollo	-		0,018	0,31	1,0
Ing. simultánea * DFMA	32,4	0,000	-	0,59	0,91
Ingeniería simultánea * <i>Rapid prototyping</i>	-	-	0,005	0,38	0,87
Análisis del valor * Diseño de producto	-	.	0,015	0,34	0,72
Análisis del valor * QFD en diseño/desarrollo	-	--	0,004	0,38	0,87
Análisis del valor * Ingeniería del valor	-	-	0,003	0,38	1,0
Análisis del valor * <i>Rapid prototyping</i>	-	-	0,40	0,28	0,65
Ingeniería del valor * Investigación	-	-	0,019	0,31	0,60
Ingeniería del valor * Diseño producto	6,5	0,011	-	0,36	0,78
Ingeniería del valor * QFD en diseño/desarrollo	4,0	0,045	-	0,29	0,54
Ingeniería del valor * AMFE producto	5,0	0,026	-	0,33	1,0
Ingeniería del valor * Análisis del valor	6,9	0,009	-	0,38	1,0
Ingeniería del valor * M. Taguchi en diseño/desarrollo	11,0	0,001	-	0,46	0,77
Ingeniería del valor * <i>Rapid prototyping</i>	9,2	0,002	-	0,42	0,76
QFD diseño/desarrollo * AMFE producto	4,2	0,041	-	0,31	0,82
QFD diseño/desarrollo * DFMA	5,8	0,016	-	0,34	0,63
QFD diseño/desarrollo * <i>Rapid prototyping</i>	4,6	0,032	-	0,31	0,57
AMFE producto * M. Taguchi en diseño/desarrollo	4,2	0,040	-	0,31	1,0
AMFE producto * DFMA	-	-	0,044	0,30	0,73
M. Taguchi en diseño/desarrollo * DFMA	6,5	0,014	-	0,35	0,87
M. Taguchi en diseño/desarrollo * <i>Rapid prototyping</i>	4,5	0,034	-	0,31	0,60

(\*) No hemos cogido empresas con QFD y Métodos Taguchi que sólo correspondan a producción

Se reducen aún más los pares de ítems en los que se verifica que se rechaza la hipótesis nula de independencia entre atributos, al analizar sólo las empresas que innovan en productos obteniendo nuevos productos (tabla 10).

**Tabla 10. Contraste de independencia y medidas de asociación entre atributos que son significativos (\*). Empresas que innovan en productos obteniendo nuevos productos.**

Atributos considerados	Chi cuadrado con corrección Yates	p- valor	Estadístico exacto de Fisher (p-valor)	Phi	Q de Yule
CAD/CAM * CAE	13,8	0,000	-	0,54	0,86
CAD/CAM * Ingeniería Simultánea	-	-	0,017	0,39	1,0
CAD/CAM * <i>Rapid prototyping</i>	6,20	0,013	-	0,41	0,72
CAD/CAM * Análisis del valor	6,5	0,011	-	0,45	0,89
<i>Rapid prototyping</i> * AMFE producto	-	-	0,409	0,34	0,83
<i>Rapid prototyping</i> * Análisis del valor	-	-	0,33	0,36	0,69
<i>Rapid prototyping</i> * Ingeniería del valor	4,7	0,029	-	0,37	0,65
QFD en diseño/desarrollo * DFMA	5,0	0,027	-	0,37	0,67
Métodos Taguchi en diseño/desarrollo * DFMA	5,1	0,024	-	0,32	0,64
Met. Taguchi en diseño/desarrollo * Ingeniería del valor	10,5	0,001	-	0,48	0,78
Análisis del valor * Ingeniería del valor	-	-	0,022	0,37	1,0
Ingeniería del valor * Ingeniería simultánea	-	-	0,005	0,57	0,95
DFMA * QFD en diseño/desarrollo	6,4	0,012	-	0,37	0,67
DFMA * Ingeniería del valor	-	-	0,025	0,35	0,83

(\*) No hemos recogido empresas con QFD y Métodos Taguchi que sólo correspondan a producción

### 4.3. Tabla de contingencia múltiple, combinando diversos atributos

Para que la realización de la I+D sea eficaz deben utilizarse de forma conjunta una parte importante de los ítems que recogen sistemas, métodos y técnicas para el diseño y/o desarrollo de productos. Por ello, se presentan tablas que recogen la presencia o ausencia de diversas variables de forma conjunta, junto a las frecuencias asociadas.

En la tabla 11 recogemos las frecuencias obtenidas de calcular diversas tablas multivariantes para el total de empresas. Verificamos que la utilización conjunta del CAD, CAM y CAE se da en una de cada tres empresas, pasando a ser casi una de cada cuatro al añadirle el “*Rapid prototyping*”, proporción que se mantiene si añadimos las variables “AMFE producto”, “ingeniería de valor” y la “ingeniería simultánea”. En cambio, la utilización conjunta del CAD/CAM/CAE y las técnicas analizadas es baja (10% empresas). Parte de las empresas químicas no precisan del CAM/CAE por las características de sus productos.

Si eliminamos el CAM, los porcentajes que utilizan conjuntamente el resto de ítems también son bajos. Si bien sólo una de cada cuatro empresas utiliza los sistemas CAD/CAE junto a la Ingeniería Simultánea, el AMFE producto, el Análisis valor y el QFD para diseño y/o desarrollo.

**Tabla 11. Combinaciones de variables. Frecuencias. Total empresas**

Atributos incorporados conjuntamente	Total	Intervalo confianza al 95% para la proporción poblacional
CAD/CAE	39	29,4; 48,6
CAD/CAM/CAE	34	24,7; 43,3
CAD/CAM/CAE/ <i>Rapid prototyping</i>	24	15,6; 32,4
CAD/CAM/CAE/ <i>Rapid prototyping</i> /AMFE producto	22	13,9; 30,1
CAD/CAM/CAE/ <i>Rapid prototyping</i> /AMFE producto/Ingeniería simultánea/Análisis de valor	22	13,9; 30,1
CAD/CAM/CAE/ <i>Rapid prototyping</i> /AMFE producto/Ing. simultánea/Anal. valor/QFD (a)	15	8,0; 22,0
CAD/CAM/CAE/ <i>Rapid prototyping</i> /AMFE producto/Ingeniería simultánea /QFD (a)/DFMA	15	8,0; 22,0
CAD/CAM/CAE/ <i>Rapid prototyping</i> /AMFE producto/Ingeniería simultánea /QFD (a)/ Métodos Taguchi (a)	10	4,1; 15,9
CAD/CAM/CAE/ <i>Rapid prototyping</i> /AMFE producto/Ing. simultánea./Anal.valor/QFD (a)/ M. Taguchi (a)/DFMA	10	4,1; 15,9
CAD/CAM/CAE/ <i>Rapid prototyping</i> /AMFE producto/Ing. simultánea/QFD (a)/DFMA	12	5,6; 18,4
CAD/CAM/CAE/ <i>Rapid prototyping</i> /AMFE producto/Análisis valor/Ing. simultánea/QFD (a)/Ingeniería valor	9	3,4; 14,6
CAD/CAM/CAE/ <i>Rapid prototyping</i> /AMFE producto/Ing simult./Anal. valor/QFD (a)/ M. Taguchi (a)/DFMA/Ing. valor	7	2,0; 12,0
CAD/CAE/Ingeniería simultánea	36	26,6; 45,4
CAD/CAE/Ingeniería simultánea/AMFE producto/Análisis valor	35	25,7; 44,3
CAD/CAE/Ingeniería simultánea/AMFE producto/Análisis valor/QFD (a)	27	18,3; 35,7
CAD/CAE/Ingeniería simultánea/AMFE producto/Análisis valor/Ingeniería valor/QFD (a)	21	13,0; 29,0
CAD/CAE/Ingeniería simultánea/AMFE producto/Análisis valor/QFD (a)/DFMA	17	9,6; 24,4
CAD/CAE/Ingeniería simultánea/AMFE producto/Análisis valor/QFD (a)/DFMA/M.Taguchi (a)	11	4,9; 17,1
CAD/CAE/Ingeniería simultánea/AMFE producto/Análisis valor/Ing. valor/QFD (a)/M.Taguchi (a)/DMFA	7	2,0; 12,0
Tamaño muestral	100	

(a) Utilizados en diseño y/o desarrollo

La utilización conjunta por parte de las empresas de la variedad de sistemas, técnicas y métodos para realizar la I+D (según la tabla 12) es escasa (7 %), aunque no nula, cuestión que sí se observó en el año 1996 (Llorente, 2001), no considerando entonces entre los ítems del estudio las variables: Ingeniería del valor y el *Rapid prototyping*.

#### 4.4. Análisis HOMALS y Cluster

A continuación presentamos los resultados de efectuar un análisis multivariante utilizando la técnica Homals sobre el total de empresas. De la mejor combinación de variables con el Homals tenemos los autovalores de las dos primeras dimensiones que superan el cociente:  $1/n^\circ$  de variables, es decir,  $1/16$ , siendo respectivamente 0,563 y 0,088.

La primera dimensión, según la tabla 12, nos viene explicada en mayor proporción por las variables: utilizar “el AMFE producto”, realizar “Innovaciones de productos obteniendo nuevos productos”; “Desarrollo de productos”; “Ingeniería simultánea”; “Diseño”. Sus medidas de discriminación superan el valor 0,75. Después le siguen utilizar el “*Rapid prototyping*”; realizar “Investigación” y aplicar el “Análisis valor”, superando sus medidas de discriminación el valor 0,5. La dimensión segunda viene explicada básicamente por “el CAD/CAM” (internalizado) y “subcontratar el CAD/CAM”.

**Tabla 12. Medidas de discriminación**

	Dimensión 1	Dimensión 2
Innovaciones de productos	0,803	0,028
Innovaciones de productos obteniendo nuevos productos	0,672	0,000
Investigación	0,586	0,001
Diseño	0,757	0,001
Desarrollo de productos	0,803	0,028
CAD/CAM internalizado	0,181	0,577
CAD/CAM subcontratado	0,170	0,410
CAE	0,482	0,057
<i>Rapid prototyping</i>	0,635	0,033
Ingeniería simultánea	0,786	0,007
AMFE producto	0,829	0,002
Análisis de valor	0,562	0,003
Ingeniería del valor	0,425	0,177
QFD en diseño y/o desarrollo	0,461	0,018
Métodos Taguchi/DOE en diseño y/o desarrollo	0,396	0,063
DFMA	0,448	0,013

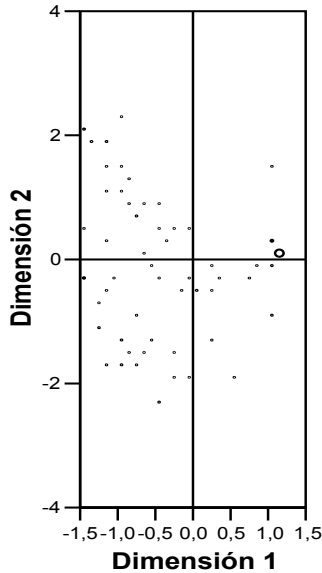
En la tabla 13 se disponen cuantificadas las categorías en las dimensiones 1 y 2. El valor uno indica ausencia del ítem correspondiente y el valor dos su disposición.

**Tabla 13. Cuantificaciones de las categorías**

		Dimensión 1	Dimensión 2
Innovaciones de productos	No = 1	1,121	0,208
	Si = 2	-0,717	-0,133
Innovaciones de productos obteniendo nuevos productos	No = 1	0,757	0,205
	Si = 2	-0,888	-0,011
Investigación	No = 1	0,574	-0,029
	Si = 2	-1,021	0,051
Diseño	No = 1	0,787	0,033
	Si = 1	-0,962	-0,040
Desarrollo de productos	No = 1	1,121	0,208
	Si = 1	-0,717	-0,133
CAD/CAM internalizado	No = 1	0,265	0,474
	Si = 2	-0,683	-1,218
CAD/CAM subcontratado	No = 1	0,182	-0,277
	Si = 2	-0,954	1,454
CAE	No = 1	0,555	0,190
	Si = 2	-0,868	-0,297
<i>Rapid prototyping</i>	No = 1	0,611	-0,140
	Si = 2	-1,040	0,238
Ingeniería simultánea	No = 1	0,961	0,092
	Si = 2	-1,040	0,238
AMFE producto	No = 1	1,007	0,049
	Si = 2	-0,824	-0,040
Análisis de valor	No = 1	0,867	-0,059
	Si = 1	-0,654	0,045
Ingeniería del valor	No = 1	0,386	-0,249
	Si = 2	-1,100	0,710
QFD en diseño y/o desarrollo	No = 1	0,467	-0,091
	Si = 2	-0,991	0,193
Métodos Taguchi/DOE en diseño y/o desarrollo	No = 1	0,354	-0,141
	Si = 2	-1,120	0,447
DFMA	No = 1	0,546	0,093
	Si = 2	-0,620	-0,139

El gráfico 1 recoge las coordenadas de los casos en el espacio solución de las dos dimensiones.

**Gráfico 1. Empresas en dimensiones 1 y 2**  
**Puntuaciones de objetos**



Casos ponderados por número de objetos

Se observa que la distribución de los valores de los puntos objeto de las diferentes empresas no es homogénea, a partir de la que se podrían establecer tipologías de empresas, como verificaremos posteriormente realizando un análisis cluster.

Por otra parte, si segmentamos la muestra según la nacionalidad de capital (empresas de capital nacional y empresas de capital extranjero), al disponer en la primera menos de 30 observaciones, podemos contrastar si hay diferencias significativas en la medida de tendencia central de los puntos objeto de cada dimensión, utilizando el test de la U de Mann Whitney. En cambio, si buscamos diferencias significativas en la medida de posición central según el tamaño empresarial (con modalidades según nº de trabajadores: 1-100; 101-250; 251-500, más de 500) se utiliza la prueba de Kruskal y Wallis.

Verificamos que no hay diferencias significativas en los valores asociados a la primera dimensión según la nacionalidad del capital ( $U$  de Mann Whitney=921,5 y  $p$ -valor=0,41). En cambio, sí la hay según el tamaño empresarial ( $\chi^2$  cuadrado=15,3 y  $p$ -valor=0,002). Los rangos promedios se disponen en la tabla 14. Téngase en cuenta por la tabla 13 que las cuantificaciones de todos los ítems en la modalidad “Sí” tienen signo negativo; en cambio, en la modalidad “No” son de signo positivo. Por tanto, hay que interpretar en sentido inverso el valor del rango promedio a su signo, es decir, las Pymes incorporan menos los ítems que discriminan la primera dimensión que las grandes empresas, destacando en éstas las de más de 500 trabajadores.



**Tabla 14. Rangos promedios según tamaño empresarial para la dimensión 1**

Plantilla	Hasta 100	101-250	251-500	> 500
Tamaño muestral por segmento	18	33	21	28
Rango promedio	70,9	53,6	43,8	38,8

Por otra parte, en la dimensión 2 se verifica que hay diferencias significativas en la medida de tendencia central según la nacionalidad del capital, aplicando el contraste U de Mann Whitney ( $U=748,5$  y  $p\text{-valor}=0,021$ ), ofreciendo un rango promedio en las nacionales de 40,81 y en las extranjeras de 54,5. En cambio, no hay evidencia empírica suficiente para rechazar la hipótesis nula de igualdad en la medida de tendencia central según el tamaño empresarial ( $\chi^2$  cuadrado es 4,3 y  $p\text{-valor}=0,227$ ).

A partir de los puntos objeto del Homals, utilizando el método de Ward y la distancia euclídea al cuadrado se obtiene un dendograma que perfila tres grupos diferentes:

- El grupo A incorpora 38 las empresas, incluyendo sólo a empresas que no hacen innovación de productos y además no utilizan el CAD/CAM.
- El grupo B está compuesto por 21 empresas que forman dos subgrupos (B1 y B2), con 8 y 13 empresas respectivamente. Todas desarrollan productos y han implantado la ingeniería simultánea, el AMFE producto y el análisis valor.

El subgrupo B1 se caracteriza porque además todas las empresas hacen investigación aplicada y efectúan diseño de producto. Excepto una empresa, el resto innovan en productos, mejorando y consiguiendo nuevos productos. Las empresas disponen del CAD/CAM interno, utilizan el *Rapid prototyping* y la mayoría también el CAE. Aplican la ingeniería de valor, así como los Métodos Taguchi/DOE en diseño y/o desarrollo (excepto en una empresa). La mayoría utilizan el DFMA y el QFD, apareciendo ambos en un 60% de las empresas.

El subgrupo B2 se caracteriza porque la mayoría de sus empresas realizan investigación (60%), así como diseño (80%). Sólo una tiene internalizado el CAD/CAM, que a su vez lo subcontrata. Además otro 30% de empresas también lo subcontratan. La mitad disponen del CAE y el 80% del *Rapid prototyping*. Sólo una empresa no utiliza el QFD para el diseño y desarrollo de productos. La mitad de empresas tienen implantado el DFMA y el 30% los métodos Taguchi/DOE en diseño y/o desarrollo.

- El grupo C lo constituyen 41 empresas. Todas se caracterizan porque ninguna empresa subcontrata el CAM. El dendograma ofrece dos subgrupos, uno (C1) de 17 empresas y otro (C2) de 24 empresas. Asimismo cada uno se subdivide en dos subconjuntos de empresas más.

El primer subconjunto del primer subgrupo (C11) lo forman sólo 4 empresas. Todas tienen el CAD/CAM (internalizado), ninguna incorporan el QFD en diseño y/o desarrollo ni el AMFE producto. Dos de ellas no realizan I+D y las otras dos efectúan innovaciones de producto, efectuando la fase de Desarrollo de producto pero no las de Investigación ni Diseño.

El segundo subconjunto (C12) está compuesto por 13 empresas. Todas innovan en productos y realizan Desarrollo de producto. El 38% también obtiene nuevos productos, el 15% realizan Investigación, y el 30,7% Diseño. Se verifica que ciertos ítems sólo se incorporan o utilizan en tan sólo una empresa, diferentes entre sí, en concreto son: el CAD/CAM, el CAE e Ingeniería valor. Por otra parte, sólo el 15,4% utiliza los Métodos Taguchi en

diseño/desarrollo de productos, el 23% utilizan el *Rapid prototyping*, casi una de cada tres empresas (31%) utilizan el QFD en diseño/desarrollo. En cambio, la mayoría utiliza el AMFE producto (84,6%) y el 61,5% de empresas incorporan respectivamente el DFMA, el Análisis valor y la Ingeniería simultánea

En el segundo subgrupo de empresas, el primer subconjunto (C21) incorpora las siete empresas que más I+D+i realizan. Se caracterizan porque todas realizan innovaciones de productos y obtienen nuevos productos, efectuando las fases de Investigación, Diseño y Desarrollo de productos. Todas tienen implantada la Ingeniería simultánea, el AMFE producto, el DFMA, el Análisis valor, y utilizan el *Rapid prototyping*. Sólo en una empresa se carece del CAM internalizado, igual circunstancia sucede respecto al CAE, los métodos Taguchi para el diseño/desarrollo y la Ingeniería de valor. En dos empresas no se utiliza el QFD en diseño y/o desarrollo.

El último subconjunto de empresas considerado (C22) está compuesto por 17 empresas. Todas realizan innovación de producto y Desarrollo de producto. El 64,7% dicen realizar Investigación y el 88,2% Diseño. El 41,1% utiliza el QFD en su diseño y/o desarrollo. Sólo una empresa dice no incorporar el AMFE producto porque el diseño le viene dado y otra empresa indica que no utiliza el Análisis valor. En cambio, la Ingeniería valor es el ítem menos incorporado, ya que se aplica en sólo dos empresas.

Consideramos al primer grupo y el resto de 6 subgrupos como subcolectivos diferenciados. Se analiza si hay diferencias significativas en la medida de tendencia central entre los mismos, aplicando el contraste de Kruskal y Wallis, respecto las variables: “Plantilla”, “Rentabilidad económica”, “Rdo. explotación/Activo Total”, “Productividad del factor trabajo” y “Rdo. explotación/Importe neto cifra de negocios.

Los resultados del contraste (tabla 15) reflejan que sólo hay diferencias significativas en el caso de la variable “Plantilla”, siendo superior el rango promedio en el subcolectivo 6 (tabla 16). En cambio, los más reducidos corresponden al 1 y 4, que incorporan las empresas que no hacen innovación de productos.

**Tabla 15. Contraste de Kruskal y Wallis según los 7 subcolectivos del cluster**

	Plantilla	Resultado ejercicio/ A.T.	Resultado de explot../A.T.	Productividad factor trabajo	Resultado explot./Importe neto cifra negocios
Chi-cuadrado	17,561	5,305	3,981	7,2	4,085
p-valor	0,007	0,505	0,679	0,302	0,665

**Tabla 16. Rangos promedios de cada subcolectivo respecto la variable Plantilla**

Subcolectivos	1	2	3	4	5	6	7
Rango promedios	41,8	67,56	52,1	24,9	44,7	77,1	60,0

## 5. CONCLUSIONES

La información muestral ha permitido verificar que casi todas las empresas muestreadas realizan innovaciones en proceso y el 61% efectúan innovaciones de productos (proporción que coincide con las que hacen desarrollo de productos), si bien cerca de la mitad hacen diseño y obtienen nuevos productos.

La proporción de empresas que hacen Investigación es baja, medio baja en diseño y media en desarrollo de producto en Cataluña. Respecto la utilización individual de las técnicas y métodos para mejorar los plazos y calidad de la I+D es total en cuanto al AMFE procesos y muy alta respecto del CAD. En las empresas que hacen innovación de producto bastantes empresas utilizan las técnicas AMFE producto, el QFD, la Ingeniería simultánea y el Análisis valor. Los sistemas CAM y el *Rapid prototyping* se utilizan en una significativa la proporción de empresas, si bien es reducida la incorporación interna del CAM. En cambio, se precisa de una mayor implantación del CAE, los Métodos Taguchi/DOE y del DFMA.

La incorporación conjunta de la variedad de sistemas, métodos y técnicas para la gestión de la I+D consideradas es reducida, lo que resta eficacia a la gestión de la innovación de productos de bastantes empresas.

Al establecer el análisis Homals encontramos que las variables más relacionadas (según la primera dimensión) eran: “Innovar en productos”, el “Desarrollo de productos”, la “Ingeniería simultánea”, el “Análisis del valor”, el “AMFE producto”, el “Diseño”, así como “Innovar para obtener nuevos productos”. En cambio, la segunda dimensión recoge la utilización del “CAM”, diferenciando según esté internalizado o subcontratado). Al aplicar el método Cluster, sobre los puntos objetos obtenidos del Homals, obtenemos clasificadas las empresas en tres grupos y 7 subcolectivos, según la utilización o no de la diversidad de ítems considerados.

Los ratios Resultado de explotación/A.T, Resultado de explotación/Importe neto cifra negocios y la Productividad del factor trabajo ofrecen diferencias significativamente superiores en las empresas que “Innovan en productos y obtienen nuevos productos”. En cambio, no se observan si consideramos los siete subcolectivos del cluster para el total de empresas. Aunque sí se verifican diferencias significativas en la medida de tendencia central para la variable Plantilla, disponiendo de mayor rango promedio en las empresas que realizan más innovación e incorporan las técnicas analizadas.

## NOTAS

<sup>1</sup> El ritmo de introducción de los adelantos tecnológicos se ha acelerado, entre otras razones debido a varias cuestiones (Fernández Sánchez, 1996): la reducción del tiempo de desarrollo de la tecnología; el incremento del stock de conocimientos acumulados; la mayor facilidad con que las empresas imitan los productos de sus rivales; y el mayor número de competidores en el mercado global.

<sup>2</sup> Se establecen las respectivas normas donde se incorporan las especificaciones de comportamiento de la pieza (de rigidez, choque, etc.), indicándose las funciones que debe tener el producto.

<sup>3</sup> Se caracteriza porque establece la dirección de proyectos, incorpora la voz del cliente, y desde el inicio del nuevo proyecto de I+D participan los diversos departamentos internos de la empresa, así como los agentes externos con los que colabora (clientes, proveedores, etc.) (Idom, 2003). Permite reducir plazos y costes en la I+D, así como incrementar la calidad en el ciclo de vida del producto y la productividad en los procesos de desarrollo, ajustándose mejor a la demanda de sus clientes (Barba, 2001).

<sup>4</sup> Disponer del CAM implica tener que amortizar una inversión que suele ser significativa, dificultando especialmente su incorporación en las Pymes, tendiéndose a su subcontratación en tales casos, así como cuando se utiliza esporádicamente.

<sup>5</sup> A veces la geometría que realiza el departamento de diseño del fabricante precisa ser modificada por parte del proveedor para que la pieza en el conjunto pueda funcionar bien. En tal circunstancia los proveedores pueden realizar pequeños retoques al adaptar el diseño a la tecnología propia. Incluso al tener que ir la pieza junto a otras dentro de un conjunto puede que se requiera cambios en la geometría al comprobarse a posteriori que es inviable su adecuada incorporación en tal conjunto y se deba de rediseñar éste.

<sup>6</sup> En variables nominales la medida de posición central es la moda. La proporción muestral es el estimador puntual insesgado para la proporción poblacional desconocida del atributo analizado. El valor de la proporción muestral no ofrece el error de estimación, al no conocer el valor de la proporción poblacional. Para solventarlo se utiliza la estimación por intervalo.

<sup>7</sup> Construido a partir de la chi cuadrado de Pearson, se reduce a un coeficiente de correlación lineal para atributos dicotómicos (Ato y López, 1996) Su valor mínimo es cero (si hay independencia) y aumenta la asociación a medida que se aproxima a la unidad. Tiene el inconveniente de verse afectado por totales marginales desequilibrados y no ofrecer la dirección de la asociación directamente.

<sup>8</sup> Es una medida de asociación global e indica la dirección de la asociación, con rango de variación entre -1 y 1. Los valores de la Q de Yule son más adecuados que el coeficiente phi, puesto que éste supone infravalorar la intensidad de asociación existente (Ato y López, op.cit.). El Q de Yule no la ofrece el SPSS, y se debe calcular aparte.

## BIBLIOGRAFÍA

- AKAO, Y. (1993): *Despliegue de la función de calidad. Integración de las necesidades del cliente en el diseño del producto*. TGP-Hoshin, Madrid.
- AGUAYO, F. SOLTERO, V.M. (2003): *Metodología del diseño industrial: un enfoque desde la ingeniería concurrente*, Rama, Madrid
- ASCAMM, FUNDACIÓN (1999): *El diseño industrial y el rapid prototyping*. Factoría Gráfica, Barcelona.
- ATO, M. y LÓPEZ, J.J. (1996): *Análisis estadístico para datos categóricos*, Universidad de Murcia
- BAÑEGIL, T.M. y MIRANDA, F.J. (2001): *La gestión del tiempo. Un factor competitivo en el desarrollo de nuevos productos*, Pirámide, Madrid.
- BARBA, E. (2001): *Ingeniería Concurrente. Guía para su implantación en la empresa. Diagnóstico y evaluación*, Gestión 2000, Barcelona.
- BUSQUETS, J. (2001): *Eines bàsiques de qualitat. AMFE, CIDEM, Centre Català de la Qualitat*, Barcelona.
- CLARK, K. y FUJIMOTO, T. (1991): *Product development performance”, Strategy, Organization and Management in the World Auto Industry*, Harvard Business School Press, Cambridge M.A.
- DOMÍNGUEZ MACHUCA, J. A., ÁLVAREZ, M. J., DOMÍNGUEZ, M. A., GARCÍA, S. y RUIZ, A. (1995): *Aspectos estratégicos en la producción y servicios*, Mc Graw-Hill, Madrid.
- FERNÁNDEZ SÁNCHEZ, E. (1996): *Innovación, tecnología y alianzas estratégicas. Factores clave de la competencia*, Cívitas, Madrid.
- FERNÁNDEZ, E.; AVELLA, L. y FERNÁNDEZ, J. (2006): *Estrategia de producción*, McGraw-Hill, Madrid.
- FORN, R. (2001): *Eines bàsiques de qualitat. El Anàlisi del Valor*, CIDEM, Barcelona.
- IDOM (2003): *Engineeria concurrent*, Col. Eines de Progrès, CIDEM, Barcelona
- LAMING, R. (1993): *Beyond Partnership. Strategies for innovation and lean supply*, Prentice Hall, London.
- LLORENTE, F. (2001): "Estrategias para la competitividad de los proveedores directos de los fabricantes en la industria auxiliar automovilística catalana", *Economía Industrial*, nº 342, Ministerio de Ciencia y Tecnología, pp. 137-152
- LUQUE, M.A. y MONTOYA, G. (1995): *Introducción al análisis del valor*. Ed. Instituto Andaluz de Tecnología, IAT.
- MARTÍNEZ, A. y PÉREZ, M. (2003): "Desarrollo de nuevos productos, contenido tecnológico y cooperación. Industria auxiliar de automoción". *Economía Industrial* nº 353, pp. 113-122.
- MILSON, M. et al. (1992): "A survey of major approaches for accelerating new product development", *Journal of Product Innovation Management*, Vol. 9, nº 1, pp. 53-69
- MIRANDA, F.J.; RUBIO, S.; CHAMORRO, A.; BAÑEGIL, T.M. (2005): *Manual de dirección de operaciones*, Thomson, Madrid.
- MUFFATTO, M. (1999): "Building new product development capabilities", *International journal of vehicle design*, Vol. 21, nº 1, pp. 1-7.
- YUIN, W. y ALAN, W. (1997): *Diseño robusto utilizando los métodos Taguchi*", Ed Díaz de Santos, Madrid.
- WOMACK, P. JONES, D.T. ROOS, D. (1990): *The machine that changed the world*, Maxwell Macmillan International, Nueva York