

INGENIERÍA SIMULTÁNEA: INFLUENCIA DE SUS PRINCIPIOS BÁSICOS SOBRE LA REDUCCIÓN DEL TIEMPO DE DESARROLLO DE UN NUEVO PRODUCTO

Beatriz Minguela Rata

Universidad Complutense de Madrid

El presente trabajo analiza la influencia, tanto individual como conjunta, de los dos principios básicos de la ingeniería simultánea (la creación de equipos multifuncionales y el flujo de trabajo concurrente) sobre la reducción en el tiempo de desarrollo del nuevo producto. Para ello, se realiza un análisis de regresión lineal sobre una muestra de empresas perteneciente a un sector industrial de intensidad tecnológica medio-alto (empresas fabricantes de material electrónico, equipos y aparatos de radio, televisión y comunicaciones). Los resultados parecen indicar que ambas variables son explicativas de las variaciones en la reducción del tiempo de obtención del nuevo producto.

Palabras clave: nuevos productos, equipos multifuncionales, solapamiento, tiempo de desarrollo.

1. INTRODUCCIÓN

Si las empresas desean conseguir una ventaja competitiva sostenible en el tiempo, la actividad de diseño y desarrollo de nuevos productos adquiere una importancia crucial. Los continuos cambios en las necesidades de los consumidores unidos a su mayor nivel de exigencia, así como el desarrollo de tecnologías diversas y cambiantes, provocan tanto un aumento de la oferta de nuevos productos como una reducción del ciclo de vida de los productos ya existentes en el mercado. Pero no basta con innovar. La habilidad para identificar oportunidades, llevar a cabo el proceso de desarrollo, e introducir en el mercado nuevos productos y procesos rápidamente, es determinante para conseguir una ventaja competitiva. Las empresas son conscientes de que el tiempo también es un recurso escaso y valioso, por tanto, la reducción del tiempo o la aceleración en

la realización del proceso de desarrollo se convierte en un arma estratégica con la cual poder competir.

Ante esta situación, se precisan estructuras organizativas que favorezcan la libre transmisión y procesamiento de la información. El problema es que las empresas no son conscientes de esta necesidad y siguen caracterizándose por ser burocráticas manteniendo estructuras funcionales que en lugar de favorecer la transmisión y el procesamiento de información, lo impiden, siendo incapaces de poder competir en un entorno dinámico en el cual la incertidumbre es cada vez mayor. Esto puede traer como consecuencias una reducción en su cuota de mercado y un retroceso de su posición dominante.

Para reducir la incertidumbre, la organización necesita procesar más información y además de una manera efectiva, lo cual requiere personas de diferentes áreas funcionales que compartan información (Daft y Lengel, 1986). Sin embargo, el desarrollo de nuevos productos es un proceso caracterizado por una gran complejidad e incertidumbre, las cuales van a originar puntos de vista muy dispares, la aparición de cambios y nuevas circunstancias que afectan al proceso y el surgimiento de problemas imprevistos. Pero la integración de esas áreas funcionales no es tan sencilla como a simple vista pudiese parecer, puesto que cada una de ellas tiene sus propios objetivos particulares, de manera que sus actuaciones irán encaminadas hacia el logro de los mismos, relegando a un segundo plano los objetivos corporativos.

Como consecuencia de esa incertidumbre, la necesidad de llevar a cabo prácticas integradoras se acrecienta, de manera que facilite a los equipos de desarrollo de nuevos productos la realización de sus tareas mediante la adquisición de información sobre el entorno, el intercambio de los diferentes puntos de vista, la interpretación del entorno, la resolución de los conflictos entre las áreas funcionales y el llegar a un entendimiento y comprensión mutuo de los objetivos y de los propósitos. Estas prácticas integradoras incluyen el empleo de equipos multifuncionales y un flujo de trabajo concurrente (la realización de las actividades del proceso de desarrollo de nuevos productos de manera solapada)¹. Estos dos principios básicos (el empleo de equipos multifuncionales y la programación y desarrollo de las actividades de manera solapada) constituyen los pilares de la ingeniería simultánea² también conocida como ingeniería concurrente (Maylor, 1997; Swink, 1998).

(1) Los profesores Bañegil Palacios y Miranda González (2001) y Miranda González y Bañegil Palacios (2002) clasifican estas dos prácticas integradoras, junto con los *procesos stage-gate*, dentro de la categoría que denominan "Técnicas Organizativas", la cual comprende nuevas formas de estructurar el proceso de desarrollo para mejorar la eficiencia.

(2) Koufteros *et al.*, (2001) identifican la implicación temprana como un componente más de la ingeniería simultánea, pero en este trabajo, este aspecto está incluido dentro del flujo de trabajo concurrente, como se verá más adelante.

La utilización de estas prácticas integradas permite que las empresas puedan responder con rapidez a las necesidades específicas del consumidor así como modificar sus estrategias y estructuras, construir competencias multifuncionales, aumentar la flexibilidad y compartir el conocimiento, lo que en definitiva influye en las capacidades competitivas de la empresa (Corbett y Wassenhove, 1993; Vickery *et al.*, 1997; Koufteros *et al.*, 2002).

Una mejora de las relaciones entre las actividades combinada con una infraestructura de apoyo bien organizada, puede reducir el tiempo de desarrollo y minimizar el coste de oportunidad de una entrada tardía en el mercado. Esto es, aunque las duraciones de las actividades permanezcan invariables, con el solapamiento de las mismas, el proceso de desarrollo será más rápido, luego se llegará antes al mercado por lo que la respuesta a la demanda será más rápida que la de los competidores.

A pesar de la aceptación creciente en la literatura sobre la conveniencia de emplear el enfoque solapado (flujo de trabajo concurrente) a la hora de ejecutar el proceso de desarrollo de nuevos productos, este enfoque suele requerir una elevada inversión en infraestructuras de comunicaciones, por lo que tal vez debería emplearse sólo cuando los costes sean menores que los beneficios esperados. Además hay una carencia de trabajos que realicen un estudio empírico en el cual se verifique que el enfoque más adecuado para desarrollar productos consiguiendo mejores resultados es aquél en el cual las tareas se realizan de forma solapada.

Algo similar ocurre con la organización del proceso de desarrollo. La literatura establece que el enfoque simultáneo necesita crear equipos multifuncionales para el desarrollo de nuevos productos en los que exista una integración e implicación temprana de todas las funciones, para poder incorporar la información técnica y de mercado con las posibilidades de producción, y así superar todas las dificultades que aparecen durante el proceso. Sin embargo, son escasos los trabajos que demuestran empíricamente que las empresas que ejecutan las tareas del proceso de desarrollo de forma solapada posean equipos multifuncionales para el desarrollo de nuevos productos.

En este sentido, el propósito del trabajo es analizar la influencia de esos dos principios básicos de la ingeniería simultánea sobre la reducción en el tiempo de desarrollo. Para analizar esta relación se lleva a cabo un estudio empírico en un sector industrial de intensidad tecnológica medio-alto, concretamente sobre las empresas fabricantes de material electrónico, equipos y aparatos de radio, televisión y comunicaciones. Se trata de una industria muy globalizada y caracterizada por una intensa competencia así como un *time-to-market* más reducido que el sector automovilístico (el sector por excelencia utilizado en los principales estudios). Otra diferencia con respecto al grueso de la literatura existente es el ámbito geográfico al que pertenecen las empresas: se trata de empresas que hayan innovado en producto en España. Posteriormente se enuncian una serie de conclusiones e implicaciones para la dirección derivadas de los resultados obtenidos.

2. FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1. *Tiempo de desarrollo de un nuevo producto*

El tiempo de desarrollo nos mide la velocidad con que una empresa avanza desde el concepto del producto hasta su introducción en el mercado, esto es, el periodo de tiempo transcurrido desde la concepción inicial del producto hasta el momento en que el nuevo producto se encuentra disponible comercialmente (Rosenthal, 1992). Se trata, por tanto, del periodo que transcurre desde la asignación formal de recursos al proyecto o la primera reunión sobre el estudio del concepto, hasta la entrega comercial del nuevo producto con el volumen de producción adecuado para satisfacer a los consumidores (Clark y Fujimoto, 1991; Rosenthal, 1992; Eisenhardt y Tabrizi, 1995; Iansiti, 1995; Meyer y Utterback, 1995; Terwiesch y Loch, 1999). Este tiempo de desarrollo mide la capacidad de una empresa de transformar ideas intangibles en productos físicos (Emmanuelides, 1993).

A menor tiempo de desarrollo permaneciendo el resto de características sin variar, mayor valor del nuevo producto para la empresa. Por un lado, puede iniciar el proyecto de desarrollo del nuevo producto al mismo tiempo que sus competidores, pero con la ventaja de poder introducir el producto en el mercado antes que ellos, acertando, por tanto, el tiempo de respuesta a las necesidades de los consumidores. Por otro lado, la empresa puede retrasar el comienzo del proceso beneficiándose de adquirir mejor información sobre el mercado, los requisitos o necesidades del consumidor, las tecnologías clave o incluso la adopción de nueva tecnología, introduciendo su producto al mismo tiempo que los competidores pero caracterizándose por estar mejor adaptado a las necesidades de los consumidores (Cordero, 1991; Rosenthal, 1992; Wheelwright y Clark, 1992; Cooper y Kleinschmidt, 1994). Esto va a permitir a la empresa obtener ventas adicionales y, por tanto, conseguir unos márgenes de beneficio superiores, lo cual explica la razón de por qué las empresas deberían centrar su atención en intentar reducir los tiempos de desarrollo (Rosenthal, 1992; Cooper y Kleinschmidt, 1994).

Además, estas empresas con tiempos de desarrollo reducidos pueden disfrutar de una flexibilidad estratégica al tener la oportunidad de elegir si seguir la estrategia de entrar el primero en el mercado o bien ser el segundo. Por un lado, si las condiciones favorecen la primera de las opciones, aquella empresa que consiga entrar la primera en el mercado puede disfrutar de una serie de ventajas tales como un monopolio temporal en el mercado, solicitud de patentes, liderazgo tecnológico, beneficiarse del efecto experiencia durante el proceso de fabricación, condiciones favorables en las negociaciones con proveedores y canales de distribución, lealtad de los clientes,... (Lieberman y Montgomery, 1988; Emmanuelides, 1993; Fernández Sánchez, 2004). Por otro lado, si las condiciones favorecen la segunda de las opciones, las empresas pueden beneficiarse al incorporar con rapidez características de productos pioneros y competir en otras dimensiones (Emmanuelides, 1993).

No obstante, centrarse excesivamente en reducir el tiempo de desarrollo puede ser algo peligroso. Por un lado, el desarrollar productos eficien-

temente en relación con el tiempo, y por tanto introducirlos en el mercado antes de la fecha programada, no implica obtener un gran impacto sobre los resultados financieros (Cooper y Kleinschmidt, 1994). Por otro lado, la forma de conseguir la reducción del tiempo de desarrollo, o vista desde otra perspectiva, la eficiencia en tiempo, no es tan clara como desde un principio parece desprenderse, puesto que determinadas actividades se realizan con el objetivo de reducir el tiempo de desarrollo pero pueden tener justamente el sentido contrario y, por tanto, no ahorrar tiempo (Gupta y Wilemon, 1990; Cooper y Kleinschmidt, 1994). Clark y Fujimoto (1991) establecen que tratar de acelerar los desarrollos de productos sin previamente lograr la simplificación y eficiencia del proceso, puede conducir al fracaso.

2.2. Equipos para el desarrollo de nuevos productos

Con el objetivo de aumentar la eficiencia en el desempeño de las tareas, las organizaciones suelen crear departamentos especializados funcionalmente. Pero dicha especialización puede originar diferentes formas de pensar, de ver los problemas, objetivos e intereses particulares que pueden llegar a ser antagónicos, y una falta de apreciación de las dependencias recíprocas entre las áreas funcionales, en definitiva una carencia de integración organizativa que puede dificultar e incluso llegar a convertirse en una importante barrera para el desarrollo de un nuevo producto (Souder y Chakrabarti, 1978; Pinto y Pinto, 1990; Griffin y Hauser, 1996).

Todas las áreas involucradas en el proceso de desarrollo de un nuevo producto son interdependientes y están interrelacionadas, independientemente de que las actividades que realice cada área funcional así como las responsabilidades que asuma sean diferentes. Esto implica que las decisiones tomadas por un área funcional deben ser consistentes tanto con las decisiones tomadas por las restantes áreas como con la estrategia de negocio, con el fin de evitar ocasionar un menoscabo en la eficacia organizativa (McCann y Galbraith, 1981; Hayes *et al.*, 1988). Por tanto, la integración es necesaria para unir los diferentes departamentos interdependientes y asegurar su contribución a los objetivos globales de la organización, alcanzando unos beneficios superiores a los obtenidos por cada uno de ellos de forma separada (Souder y Chakrabarti, 1978; Pinto y Pinto, 1990; Griffin y Hauser, 1996).

Durante este proceso de desarrollo de un nuevo producto, las organizaciones deben recopilar y procesar información tanto técnica como de mercado con el objetivo de responder con productos adaptados a las necesidades de los consumidores. Una fórmula organizativa que permite la realización de esas tareas y además facilita la integración de las diferentes áreas funcionales es la creación de equipos.

Clark y Wheelwright (1992, 1993) identifican varios tipos de equipos de desarrollo de nuevos productos con los cuales pueden organizarse las actividades del proyecto (equipos funcionales, equipos matriciales –poco influyentes e influyentes– y equipos autónomos), presentando cada uno de ellos sus propias ventajas e inconvenientes. A pesar de ello, ninguna estructura va a ser inherentemente superior y por tanto, más eficaz que otra, sino que la elección de la misma va a depender de la valoración de las ventajas e inconvenientes de cada una de ellas junto con las caracte-

rísticas del proyecto a realizar y las del entorno en el cual se va a llevar a cabo el proceso de desarrollo (McCann y Galbraith, 1981; Crawford, 1986).

Otra parte de la literatura argumenta que para reducir el tiempo de desarrollo de un nuevo producto, es necesario crear un *equipo multifuncional*, integrado por personas de distintas áreas funcionales de la empresa e incluso externas a ella, como pueden ser los clientes y los proveedores (McCann y Galbraith, 1981; Larson y Gobeli, 1988; Gupta y Wilemon, 1990; Clark y Wheelwright, 1992; Doz, 1996; Hauptman y Hirji, 1996, 1999). Estos equipos permiten establecer las relaciones necesarias entre las actividades de los distintos departamentos, de manera que se llegue a un acuerdo en la toma de decisiones referentes al proyecto y se comparta la responsabilidad del mismo (Pinto *et al.*, 1993; Prida Romero y Gutiérrez Casas, 1995) desde el principio hasta el final. Incluso se considera que las actividades de estos equipos de proyecto se han vuelto muy importantes para la viabilidad a largo plazo de la organización, acostumbrándose a emplearlos para la ejecución de tareas no rutinarias (Pinto *et al.*, 1993).

Las personas integrantes de este equipo multifuncional se encuentran situadas en principio, en el mismo lugar de trabajo, aunque esto no será un requisito indispensable puesto que, mediante el uso de ordenadores y de redes, es posible la comunicación entre ellos sin la necesidad de una interacción cara a cara. También va a proporcionar un acceso eficiente y coordinado a una gran cantidad de información que se encuentra almacenada en las bases de datos de la empresa, y que incluye información sobre las necesidades detectadas de los consumidores, la factibilidad técnica del proyecto, los costes del desarrollo del producto, las capacidades de fabricación, etc. (Cordero, 1991).

No obstante, para que este equipo tenga éxito en el desarrollo de un nuevo producto se necesita contar con la presencia de un líder del proyecto encargado de organizar, planificar, dirigir y controlar todo el proceso de desarrollo (Hayes *et al.*, 1988; Rosenau y Moran, 1993; Cooper y Kleinschmidt, 1994, 1995; Roberts, 1996). Debe ser una persona identificable, fuerte, dedicada totalmente al proyecto y responsable del progreso del mismo desde el principio hasta el final (Cooper, 1998).

Estos líderes, también conocidos como directores de proyecto o de desarrollo de productos, suelen tener un rango igual o superior que los directores funcionales. Deben encargarse de la transmisión de datos, superar los desacuerdos, fomentar la participación de los miembros del equipo de proyecto en las negociaciones y discusiones sobre especificaciones y diseños del producto, desarrollar una visión compartida,... en definitiva, reducir la incertidumbre y la ambigüedad.

En entornos caracterizados por una especial incertidumbre, a medida que el proyecto evoluciona, irá apareciendo nueva información técnica y de mercado (Iansiti, 1995), que deberá ser detectada y comunicada a y entre los miembros del equipo con el fin de que tomen las medidas oportunas en relación con el proyecto. Los miembros del equipo deben poseer las capacidades necesarias y complementarias que les permitan reaccionar con rapidez tanto a esa nueva información (Iansiti, 1995) como a los problemas de diseño, fabricación y comercialización del nuevo pro-

ducto (Prida Romero y Gutiérrez Casas, 1995) aparecidos durante el transcurso del proyecto. Esto puede originar el que se tengan que realizar de nuevo parte o totalmente las tareas ya llevadas a cabo (Krishnan *et al.*, 1997; Loch y Terwiesch, 1998; Terwiesch y Loch, 1999) con el fin de incorporar la nueva información obtenida ajustándose así, a las necesidades de los clientes.

La dirección debe otorgar su confianza a estos equipos, dotándoles de cierta autonomía (Hartley, 1990; Cordero, 1991; Doz, 1996) y poder, lo cual implica reducir el poder asignado a los departamentos funcionales (Hartley, 1990). Por ello conceden a estos equipos y a los directores de proyecto mucha más responsabilidad y control que al resto de estructuras, lo que puede suponer que sean demasiado independientes y terminen escapándose del control de la alta dirección (Clark y Wheelwright, 1992, 1993). No obstante, como ponen de manifiesto Clark y Wheelwright (1992, 1993) así como Katzenbach y Smith (1993) este tipo de equipos debería tener la libertad suficiente para crear sus propios métodos, políticas y procedimientos organizativos, desarrollar su propia dinámica y calendario, incluyendo los sistemas de incentivos y recompensas así como las normas de comportamiento.

Considerando todo lo anterior, una primera relación a analizar quedaría recogida en la siguiente hipótesis:

Hipótesis I: La creación de equipos multifuncionales para el desarrollo de nuevos productos influye positivamente en una mayor reducción del tiempo de desarrollo.

2.3. Flujo de trabajo concurrente

El segundo principio básico de la ingeniería simultánea era el flujo de trabajo concurrente, es decir, la realización de las actividades del proceso de desarrollo de nuevos productos de forma solapada.

A la hora de llevar a cabo tales actividades, la empresa puede optar por emplear un enfoque tradicional o secuencial o bien, un enfoque solapado o en paralelo. En el enfoque tradicional, se desarrolla un proceso estructurado con fases secuenciales claramente definidas, a través de las cuales el producto se define, se diseña, se transfiere a la planta de fabricación y se envía al mercado (Iansiti, 1995). Cada actividad se realizará una vez que la actividad anterior haya finalizado completamente, lo cual redundará en un aumento del tiempo y del coste (Takeuchi y Nonaka, 1986; Cordero, 1991). Bajo este enfoque existe una falta de integración entre las áreas funcionales implicadas durante la ejecución del proceso, apareciendo además problemas de calidad en el producto, debido fundamentalmente a decisiones tomadas en actividades anteriores que influyen negativamente en las siguientes como consecuencia de no consultarles previamente (Cordero, 1991).

Por otro lado, aparece el enfoque solapado o en paralelo, que tiene como objetivo considerar simultáneamente todos los aspectos necesarios para la introducción del producto. Bajo este enfoque, se aplican un conjunto diferente de principios de diseño que evitan una serie de fases jerár-

quicas, secuenciales y rígidamente definidas (Iansiti, 1995), y en su lugar se fomentan las iteraciones rápidas y flexibles. Las actividades se desarrollarán de forma solapada, es decir, comenzarán a realizarse con la información preliminar procedente de la actividad anterior lo cual implica ejecutar las actividades siguientes antes de haber finalizado las anteriores, consiguiendo así una reducción en el tiempo de desarrollo (Clark y Fujimoto, 1989, 1991; Wheelwright y Clark, 1992; Clark y Wheelwright, 1993; Krishnan *et al.*, 1997; Loch y Terwiesch, 1998; Terwiesch y Loch, 1999).

Con el lanzamiento temprano de la información, los ingenieros pueden empezar a trabajar en diferentes fases del problema mientras el diseño final aún se está desarrollando. De esta manera se consigue una reducción de la incertidumbre, y una detección temprana de problemas, lo cual evita que las empresas tengan que realizar cambios con el consumo de tiempo que ello supone.

Además, la implicación temprana de todos los participantes en el proceso de desarrollo ayuda a alcanzar un compromiso y clarificar las especificaciones del producto antes de que se haya invertido gran cantidad de tiempo y dinero y antes de que se haya dicho la última palabra en relación con las decisiones definitivas (Gupta y Wilemon, 1990). Se generarán flujos de información de doble sentido y cada etapa del desarrollo del producto implica el procesamiento de información (Hauptman y Hirji, 1996; Tatikonda y Rosenthal, 2000).

No obstante, las personas que tienen la responsabilidad de tomar decisiones en las primeras etapas del desarrollo de un producto suelen ser adversas al riesgo por lo que serán tendentes a retrasar sus decisiones definitivas el mayor tiempo posible con el fin de poder disponer de más datos empíricos con los cuales contrastar las hipótesis que se han planteado. Por el contrario, las personas que deben tomar decisiones sobre el diseño y después transformar las especificaciones en un bien o servicio, con la misma aversión al riesgo, intentan adoptar las decisiones lo antes posible con el fin de empezar a trabajar sobre hipótesis firmes cuanto antes (Prida Romero y Gutiérrez Casas, 1995: 142).

Por todo ello, en el presente trabajo se pretende analizar la influencia de la ejecución de las actividades que integran el proceso de desarrollo de nuevos productos de forma solapada (flujo de trabajo concurrente) sobre la reducción del tiempo. En este sentido, la relación a analizar quedaría recogida en la siguiente hipótesis:

Hipótesis II: La ejecución de las actividades del proceso de desarrollo de nuevos productos de forma solapada influye positivamente en una mayor reducción del tiempo de desarrollo.

Con estas dos hipótesis planteadas se analiza la influencia individual de cada uno de los principios básicos de la ingeniería simultánea sobre la reducción del tiempo de desarrollo de un nuevo producto. No obstante, puede resultar interesante analizar además su influencia conjunta, por lo que formulamos una tercera hipótesis:

Hipótesis III: La combinación de la creación de equipos multifuncionales para el desarrollo de nuevos productos y de un flujo de trabajo concurrente influye positivamente en una mayor reducción del tiempo de desarrollo.

3. METODOLOGÍA

3.1. Justificación del sector y descripción de la muestra

Para analizar las relaciones puestas de manifiesto, se decidió elegir un conjunto de empresas pertenecientes a un único sector, que fuesen realmente innovadoras en producto y que dicha innovación se realizase en España (siendo conscientes de que el sector podría ser una variable cuyo efecto distorsionase las relaciones que se pretende analizar), y tomando el proyecto de desarrollo de un nuevo producto como nivel de análisis.

El sector escogido es el de fabricación de material electrónico, equipo y aparatos de radio, televisión y comunicaciones (CNAE 32). Este sector se encuentra dentro de la categoría de empresas productoras de Tecnologías de la Información según la Clasificación Industrial Estándar Internacional en su tercera revisión (ISIC Rev.3).

Se trata de una industria cada día más globalizada y con un nivel de competencia muy elevado, por lo que las empresas se ven en la necesidad de desarrollar nuevos productos con los cuales poder sobrevivir. Según datos de Aniel (2001) este sector alcanzó en el año 2000 una cifra de mercado equivalente a más del 10% del PIB, con una tasa de crecimiento superior al 23%.

La OCDE clasifica a este sector industrial dentro de la categoría de sectores de intensidad tecnológica medio-alto. A este respecto, la competitividad del sector español de electrónica y telecomunicaciones se basa fundamentalmente en el esfuerzo que las empresas dedican a las actividades de investigación, desarrollo e innovación. La inversión total del sector en estas actividades supuso el 3% del valor de la producción, lo que equivale a más del 40% del total nacional correspondiente a empresas, caracterizándose en el sector español líder en esta materia.

Además, para que la llamada "nueva economía" se desarrolle de forma eficaz y eficiente, se necesita tanto la producción como el consumo de las tecnologías de la información y las comunicaciones. Nos encontramos en un momento en el tiempo en el que tanto la electrónica como las telecomunicaciones se consideran parte integrante de la vida cotidiana sin prestar atención a en qué medida ambas contribuyen a facilitarnos el trabajo. Por ello, el sector electrónico y de las telecomunicaciones ha adquirido un protagonismo social y económico.

Para seleccionar las empresas que se incluirían en la población se recurrió a la base de datos que publica el Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI), en la cual aparece información relativa a las empresas que tienen o han tenido algún tipo de relación con dicho centro, y por tanto, pueden considerarse como innovadoras.

A continuación, se diseñó un cuestionario (a partir de la revisión de la literatura tanto teórica como empírica) con escalas de Likert (de 1 a 5 puntos) agrupando preguntas referentes a cada una de las variables objeto de estudio. Posteriormente, se sometió a evaluación tanto por académicos e investigadores en el campo de la innovación, como por dos directores de proyecto. Tras la introducción de las modificaciones sugeridas, se contactó por teléfono con algunos directores técnicos pertenecientes a las empresas de la población, los cuales mostraron interés por la investigación. El cuestionario iba dirigido a los directores técnicos o responsables de I+D de las empresas, puesto que se trataba de la persona más cualificada para valorar las preguntas formuladas.

Todas las preguntas iban referidas a un nuevo producto desarrollado por la empresa en España y que se encuentre disponible en el mercado. El encuestado tenía que identificar en primer lugar dicho producto con un nombre o código de referencia y posteriormente describirlo en función del grado de novedad para la empresa y para el mercado. El período de recogida de información abarcó desde el primero de Junio de 2001 al 30 de Octubre del mismo año. El análisis empírico ha sido realizado con una muestra de 43 empresas sobre una población objetivo de 126, lo cual representa una tasa de respuesta del 34,13%. Esta tasa se encuentra dentro del intervalo observado en otros estudios españoles, por lo que se puede considerar apta para la realización de un estudio estadístico riguroso, estando el error estándar estimado de la media de la población máximo alrededor del 10%. En el cuadro 1 se puede observar la distribución de la respuesta por comunidad autónoma, en el cuadro 2 aparece esa distribución según el grado de innovación del producto, en el cuadro 3 según el tamaño del equipo y en el cuadro 4, según la duración del proyecto.

Cuadro 1
DISTRIBUCIÓN DE LA RESPUESTA
POR COMUNIDAD AUTÓNOMA

COMUNIDAD AUTÓNOMA	POBLACIÓN	% de Población	RESPUESTAS	% de respuestas	%
Andalucía	9	7,14	5	11,63	55,55
Aragón	8	6,35	5	11,63	62,5
Castilla-León	1	0,79	0	0	0
Cataluña	39	30,95	8	18,60	20,51
Galicia	4	3,17	1	2,32	25
La Rioja	1	0,79	0	0	0
Madrid	43	34,13	16	37,21	37,21
Murcia	1	0,79	1	2,32	0
Navarra	2	1,59	2	4,64	100
País Vasco	11	8,73	3	6,98	27,27
Valencia	7	5,56	2	4,65	28,57
TOTAL	126	99,98	43	99,98	34,13

Cuadro 2
DISTRIBUCIÓN DE LA RESPUESTA SEGÚN EL GRADO DE INNOVACIÓN DEL PRODUCTO

GRADO DE INNOVACIÓN	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Producto de baja innovación	2	4,7
Ampliación de la línea	7	16,3
Imitación	12	27,9
Producto de innovación alta	22	51,2
TOTAL	43	100

Cuadro 3
DISTRIBUCIÓN DE LA RESPUESTA SEGÚN EL NÚMERO DE PERSONAS INTEGRANTES EN EL EQUIPO

EQUIPOS	FRECUENCIA	%	% VÁLIDO	% ACDO
De 3 a 6 personas	11	25,6	26,8	26,8
De 7 a 10 personas	13	30,2	31,7	58,5
De 11 a 14 personas	6	14	14,6	73,2
De 15 a 18 personas	5	11,6	12,2	85,4
Más de 19 personas	6	14	14,6	100,0
Perdidos Sistema	2	4,7		
TOTAL	43	100,0	100,0	100,0

Cuadro 4
DISTRIBUCIÓN DE LA RESPUESTA SEGÚN LA DURACIÓN DEL PROYECTO DE DESARROLLO (NÚMERO DE MESES TRANSCURRIDOS)

PROYECTOS	FRECUENCIA	%	% VÁLIDO	% ACDO
De 3 meses	2	4,7	4,7	4,7
De 4 a 6 meses	8	18,6	18,6	23,3
De 7 a 9 meses	6	14	14	37,2
De 10 a 12 meses	7	16,3	16,3	53,5
De 13 a 15 meses	6	14	14	67,4
De 16 a 18 meses	4	9,3	9,3	76,7
De 19 a 24 meses	4	9,3	9,3	86,0
De 25 a 36 meses	6	14	14	100,0
TOTAL	43	100,0	100,0	100,0

3.2. Instrumentos de medida de las variables

A partir de la información recogida en los cuestionarios recibidos, se procedió a construir un conjunto de indicadores representativos de las variables que se pretenden medir, empleando, para ello, la media aritmética.

Medición de la variable dependiente: la reducción del tiempo de desarrollo

A partir de la revisión de los principales trabajos que estudian la reducción y aceleración del proceso de desarrollo de nuevos productos, se procedió a construir un indicador a partir de 3 ítems (TDES)³, con el cual se pretende recoger tanto el periodo transcurrido desde el inicio del proyecto hasta que el producto se haya estabilizado y se encuentre disponible comercialmente con el volumen de producción adecuado para satisfacer a los consumidores (Eisenhardt y Tabrizi, 1995; Terwiesch y Loch, 1999) como la capacidad de la empresa para introducir el nuevo producto en el mercado según la fecha programada (Larson y Gobeli, 1988; Pinto y Pinto, 1990; Cooper y Kleinschmidt, 1994, 1995b; Hultink y Robben, 1995; Song *et al.*, 1997; Filippini y Maschietto, 2000). El estadístico alpha de Cronbach alcanzó un valor de 0.7714. Un valor alto de este indicador representa una mayor reducción del tiempo de desarrollo.

Medición de los equipos para el desarrollo de nuevos productos

Para medir esta variable se ha construido un indicador a partir de 5 dimensiones con el cual se pretende analizar la influencia de los equipos multifuncionales para el desarrollo de nuevos productos sobre la reducción en el tiempo de desarrollo: (1) el grado de integración de los miembros del equipo (Wheelwright y Clark, 1992; Katzenbach y Smith, 1993), (2) las características del líder del proyecto (Cooper y Kleinschmidt, 1995; Cooper, 1998), (3) el apoyo de la alta dirección (Song *et al.*, 1996, 1997), (4) el grado de autonomía (Pinto *et al.*, 1993; Song *et al.*, 1996; Zirger y Hartley, 1996), y (5) el grado de multifuncionalidad (Teachman, 1980; Pfeffer y O'Really, 1987; Ancona y Caldwell, 1992).

Para las cuatro primeras dimensiones se elaboró una escala multi-ítem en la que se trataba de recoger los aspectos más relevantes, asignándoles a todos los ítems la misma ponderación. Por lo que respecta al grado de multifuncionalidad del equipo, se pidió a los encuestados que indicasen el número de personas integrantes en el equipo y, a continuación, que desglosasen esa cifra por áreas funcionales⁴ con el objetivo de calcular el índice de diversidad funcional:

$$H = - \sum_{i=1}^S P_i (\ln P_i)$$

donde P representa la parte fraccional de los miembros del equipo asignados a las diferentes áreas funcionales. Cuanto mayor fuese el valor de

(3) La descripción de tales ítems aparece en el cuadro 8 del Apéndice.

(4) Las áreas propuestas en el cuestionario fueron: Ingeniería/I+D, marketing, finanzas, producción, compras/aprovisionamientos, sistemas, calidad, y otras (a especificar). También se pedía que indicasen la participación de los clientes y/o proveedores.

ese índice, mayor diversidad funcional existiría dentro del equipo. Los valores obtenidos en dicho índice oscilaban entre 0 y 1.89.

A continuación, se procedió a elaborar el indicador de la variable equipos de desarrollo de nuevos productos, a partir de los 16 ítems (EQU)⁵, optando por el estadístico de la media aritmética al no encontrar razones que justificasen a priori una mayor ponderación a alguna de estas dimensiones. El alpha de Cronbach arrojaba un valor de 0.8637.

Medición del flujo de trabajo concurrente

A partir del reducido número de trabajos existentes en los cuales intentan medir esta variable, se ha construido un indicador formado por 3 dimensiones con el que se pretende valorar el grado o tendencia por el cual las empresas ejecutan las actividades del proceso de desarrollo de un nuevo producto de forma secuencial frente a una realización de manera solapada: (1) el sentido y utilización de la comunicación (Gupta y Wilemon, 1988a, 1988b; Clark y Fujimoto, 1989, 1991; Wheelwright y Clark, 1992; Clark y Wheelwright, 1993; Hauptman y Hirji, 1996, 1999; Minguela Rata, 2003), (2) la frecuencia de la misma (Pinto y Pinto, 1990; Clark y Fujimoto, 1991; Minguela Rata, 2003), y (3) implicación temprana (Hauptman y Hirji, 1996, 1999; Minguela Rata, 2003).

Para medir dichos aspectos hemos utilizado 8 ítems (FTC)⁶ siendo el alpha de Cronbach para dicho indicador de 0.8079. Un valor alto de este indicador indica que el grado por el cual la empresa lleva a cabo un flujo de trabajo concurrente, esto es, ejecuta las actividades del proceso de desarrollo de forma solapada, es mayor.

El solapamiento integra el procesamiento de información y la resolución de problemas entre las actividades anteriores y posteriores al realizar dichas actividades de manera conjunta. Para facilitar el solapamiento, se recomienda la comunicación frecuente y bilateral de información preliminar en lugar del lanzamiento de información completa. Como consecuencia de ello, las dos terceras partes de las dimensiones empleadas para medir el flujo de trabajo concurrente estarán relacionadas con la información y su transmisión.

4. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

En el cuadro 5 aparece la descripción de las variables consideradas en este estudio, así como sus estadísticos descriptivos, mientras que en el cuadro 6 se recogen las correlaciones entre las variables del análisis.

(5) La descripción de tales ítems aparece en el cuadro 9 del Apéndice.

(6) La descripción de tales ítems aparece en el cuadro 10 del Apéndice.

Cuadro 5
VARIABLES UTILIZADAS Y ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS (n= 43)

	TIPO	MEDIA	DESV. TÍPICA	COEF. DISPERSIÓN
EQU	Continua [acotada entre 1 y 5]	3.9386	0.4548	0.11
FTC	Continua [acotada entre 1 y 5]	3.0162	0.6746	0.22
TDES	Continua [acotada entre 1 y 5]	3.2826	0.9570	0.29

Cuadro 6
CORRELACIONES

	FTC	TDES
EQU	0.336**	0.389**
FTC		0.394***

*** $p \leq 0.01$; ** $p \leq 0.05$.

Antes de recurrir al análisis de regresión lineal con los 43 cuestionarios válidos recibidos para comprobar la verificación o no de las hipótesis planteadas, se procedió a evaluar la consistencia del cuestionario así como su capacidad para medir los conceptos que se pretenden analizar mediante la realización del análisis de validez⁷.

Para la realización del análisis de regresión lineal se empleó el programa estadístico SPSS para Windows versión 10.0. Los resultados obtenidos de dicho análisis aparecen recogidos en el cuadro 7. Cuando analizamos la influencia individual de cada uno de los principios básicos de la ingeniería simultánea sobre la reducción del tiempo de desarrollo (la creación de equipos multifuncionales en el modelo 1, y el flujo de trabajo concurrente en el modelo 2) podemos observar que, para ambos casos, el coeficiente de determinación no alcanza un valor muy elevado, siendo además muy parecido para los dos modelos. Esto se debe a que solamente se ha incluido en el análisis una variable (EQU en el modelo 1 y FTC en el modelo 2) como explicativa de la reducción del tiempo de desarrollo. Pero existen más técnicas o prácticas a disposición de las empresas para agilizar el desarrollo de un nuevo producto que en esta investigación no son tratadas (por no estar dentro del objetivo de este trabajo), véase, por ejemplo, los trabajos de los profesores Bañegil Palacios y Miranda González (2001) y Miranda González y Bañegil Palacios (2002), donde clasifican las técnicas propuestas en la literatura en cinco grupos: *técnicas de diseño*, *técnicas de fabricación*, *técnicas organizativas*, *tecnologías de la información*, y *participación de los proveedores*.

(7) Para evaluar la fiabilidad de las escalas de medición se empleó el alpha de Cronbach, cuyos valores se han puesto de manifiesto anteriormente.

Cuadro 7
ANÁLISIS DE REGRESIÓN LINEAL (n= 43)

		VARIABLE DEPENDIENTE TDES		
		Mod. 1	Mod. 2	Mod. 3
CONSTANTE	Coef.	1.739*10 ⁻²	1.599**	-0.406
	Error estándar	1.225	0.629	1.205
EQU	Coef.	0.826**		0.619*
	Error estándar	0.309		0.317
FTC	Coef.		0.558***	0.412*
	Error estándar		0.204	0.213
Test F		7.145**	7.514***	5.688***
R ² corregida		0.152	0.155	0.226

*** $p \leq 0.01$; ** $p \leq 0.05$; * $p \leq 0.1$.

Por lo que respecta a la significatividad de la prueba F, podemos observar cómo tanto el modelo 1 como el modelo 2 resultan significativos, es decir, ambos modelos son explicativos de las variaciones en el tiempo de desarrollo, por lo que es posible rechazar la hipótesis nula de no existencia de relación lineal significativa entre la variable independiente objeto de estudio en cada modelo y la reducción del tiempo de desarrollo.

Finalmente, cuando analizamos la influencia conjunta de los dos principios básicos de la ingeniería simultánea sobre la reducción del tiempo de desarrollo (modelo 3), ambos coeficientes de la regresión (EQU y FTC) resultan significativos y con el signo esperado. Además, el coeficiente de determinación, aun siendo todavía bajo, arroja un valor superior al de los dos modelos anteriores.

En cuanto a la significatividad del estadístico F, los resultados de la prueba muestran que el modelo en su conjunto es explicativo de las variaciones en la reducción del tiempo de desarrollo.

Los resultados obtenidos en las pruebas anteriores son fiables puesto que los residuos cumplen las hipótesis de esperanza nula, varianza constante y no autocorrelación, además de distribuirse como una normal.

5. CONCLUSIONES

El tiempo de desarrollo nos mide la velocidad con que una empresa avanza desde el concepto del producto hasta su introducción en el mercado, convirtiéndose esa velocidad con la que se lleve a cabo el proceso de desarrollo de un nuevo producto en un arma estratégica con la que poder competir.

Pero el desarrollo de un nuevo producto con éxito requiere estructuras y procesos que generen, procesen y transmitan nuevas ideas, conocimiento e información (Sheremata, 2000) con el fin de poder reducir la incertidumbre inherente al proceso de desarrollo. Esta incertidumbre acrecienta la necesidad de llevar a cabo prácticas integradoras, entre las que se incluyen la ingeniería simultánea, formada por dos principios básicos: la creación de equipos multifuncionales y el flujo de trabajo concurrente (realización de las actividades del proceso de desarrollo de nuevos productos de manera solapada). Mediante estas prácticas integradoras, las empresas podrían responder rápidamente a las necesidades específicas de los consumidores.

Como consecuencia de ello, el presente trabajo se centra en una práctica integradora concreta, la ingeniería simultánea. En este sentido, se pretendía analizar la influencia, tanto individual como conjunta, de sus dos principios básicos sobre la reducción del tiempo de desarrollo.

Para alcanzar dicho propósito se elaboró un cuestionario que fue enviado a 126 empresas dedicadas a la fabricación de material electrónico, equipos y aparatos de radio, televisión y comunicaciones (CNAE 32) que hayan realizado innovaciones de producto en España. Con los 43 cuestionarios válidos recibidos, se llevó a cabo un análisis de regresión lineal para contrastar las tres hipótesis planteadas.

Los resultados de las regresiones parecen indicar que, con los datos disponibles y en el sector analizado, si se desea llegar cuanto antes al mercado, tanto la creación de equipos multifuncionales para el desarrollo de nuevos productos como la ejecución de las actividades de dicho proceso de manera solapada van a tener un efecto positivo y significativo sobre la reducción del tiempo de desarrollo.

Estos equipos, al poseer capacidades complementarias, contar con el apoyo de la alta dirección y gozar de la suficiente autonomía, aparte de tener un líder perfectamente identificable y con poder, van a favorecer la comunicación y las relaciones informales para llegar a un acuerdo en la toma de decisiones referentes al proyecto, lo que va a permitir una identificación más temprana de los problemas y su resolución, debido fundamentalmente a que todos los aspectos técnicos, comerciales, de fabricación,... del producto son considerados desde el comienzo del proyecto. Va a permitir la recogida y procesamiento de la información. De esta manera todos los miembros del equipo comparten la responsabilidad.

La ingeniería simultánea une a todos los miembros del proyecto mediante un sistema de información que permite el intercambio de conocimiento, y establece mecanismos fáciles y efectivos para coordinar actividades. La identificación y resolución de problemas de forma temprana provocará que el tiempo dedicado a la realización de los cambios necesarios que pueden afectar a las actividades anteriores o posteriores como consecuencia de la resolución de esos problemas es menor, por lo que el tiempo de desarrollo se reducirá.

Los resultados obtenidos en esta investigación resultan satisfactorios por varios motivos. Por un lado, a pesar de que las hipótesis formuladas

derivadas del marco teórico han sido contrastadas previamente en la literatura anteriormente referenciada, existen muy pocos estudios empíricos en los que se contrasten dichas hipótesis sobre una muestra de empresas que innoven en producto y cuyo ámbito geográfico sea España. Por otro lado, el sector típico por excelencia en las investigaciones realizadas sobre estos temas ha sido el del automóvil, prestando muy poca atención al sector de fabricación de material electrónico, equipos y aparatos de radio, televisión y comunicaciones, el cual se caracteriza por los continuos y profundos cambios tecnológicos y, a diferencia del sector del automóvil, las duraciones de los proyectos de desarrollo suelen ser más cortas, por lo que la reducción en el tiempo de desarrollo se convertiría en un arma clave para poder competir.

Otra contribución del presente trabajo es la construcción de los indicadores empleados para medir las diferentes variables. Estos indicadores se obtuvieron no sólo combinando ítems utilizados en las principales investigaciones sino añadiendo más características a los mismos. Así, el indicador representativo de la variable equipos para el desarrollo de nuevos productos incluía cinco dimensiones: grado de integración de los miembros del equipo, características del líder del proyecto, apoyo de la alta dirección, grado de autonomía, y grado de multifuncionalidad. Por lo que respecta a la variable flujo de trabajo concurrente, a pesar de ser un concepto muy complejo, se ha tratado de obtener una aproximación a su medición, utilizando para ello tres dimensiones: el sentido y utilización de la comunicación, la frecuencia de la misma, y la implicación temprana. Se obtuvieron unos indicadores que arrojaron unos valores satisfactorios en las pruebas de fiabilidad y validez a las que fueron sometidos.

Este trabajo de investigación presenta una serie de limitaciones que obliga a interpretar los resultados con cautela. En primer lugar, en el modelo aparecen variables de contenido subjetivo por lo que se recurrió al empleo del cuestionario para la recogida de información con los inconvenientes que ello supone como es la baja tasa de respuesta y que aparece reflejada en esta investigación. En un futuro próximo, se pretende utilizar el estudio de casos con el objetivo de recopilar mayor información y poder realizar nuevos estudios explicativos.

Una segunda importante limitación de este trabajo se deriva de la población objetivo: empresas pertenecientes al CNAE 32 que innoven en producto en España. Con el análisis descriptivo de las respuestas al cuestionario se ha podido deducir que estas empresas se encuentran bastante retrasadas con respecto a lo que promulga la literatura sobre la ingeniería concurrente. Esto puede deberse a que, independientemente del sector de actividad, la aplicación de estas técnicas integradoras puede llegar a suponer, en ciertas empresas, importantes cambios en su estructura organizativa y en la forma de llevar a cabo sus procesos por lo que en ocasiones son reacias a su implantación. Este aspecto junto con la limitación expuesta anteriormente, obliga a no precipitarse a la hora de intentar extrapolar los resultados obtenidos a otros sectores, a las empresas que innoven en proceso o a las que realicen esta innovación fuera de nuestras fronteras.

En futuras investigaciones se tiene previsto perfeccionar los indicadores utilizados para medir las diferentes variables, así como utilizar el grado de innovación del proyecto de desarrollo como variable moderadora o de control, con el objetivo de averiguar si la aplicación de la ingeniería simultánea ofrece los mismos resultados para innovaciones incrementales que para innovaciones radicales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ancona, D.G. y Caldwell, D.F. (1992): "Demography and design: predictors of new product team performance", *Organization Science*, vol. 3, nº 3, agosto, pp. 321-341.
- Aniel (2001): *Informe del sector electrónico y de telecomunicaciones 2000*, Asociación Nacional de Industrias Electrónicas y de Telecomunicaciones, Madrid.
- Bañegil Palacios, T.M. y Miranda González, F.J. (2001): "La utilización de nuevas técnicas de desarrollo de nuevos productos en las empresas españolas", *Dirección y Organización*, nº 26, pp. 42-52.
- Clark, K.B. y Fujimoto, T. (1989): "Overlapping problem solving in product development", en Ferdows, K. (ed.), *Managing International Manufacturing*, North-Holland, Amsterdam, pp. 127-152.
- Clark, K.B. y Fujimoto, T. (1991): *Product Development Performance: Strategy, Organization and Management in the World Auto Industry*, Harvard Business School Press, Boston.
- Clark, K.B. y Wheelwright, S.C. (1992): "Organizing and leading: Heavy-weight developments teams", *California Management Review*, vol. 34, nº 3, primavera, pp. 9-28.
- Clark, K.B. y Wheelwright, S.C. (1993): *Managing new product and process development; text and cases*, The Free Press, Nueva York.
- Cooper, R.G. (1998): "Benchmarking new product performance: results of the best practices study", *European Management Journal*, vol. 16, nº 1, febrero, pp.1-17.
- Cooper, R.G. y Kleinschmidt, E.J. (1994): "Determinants of timeliness in new product development", *Journal of Product Innovation Management*, vol. 11, nº 5, pp. 381-396.
- Cooper, R.G. y Kleinschmidt, E.J. (1995): "Performance typologies of new product projects", *Industrial Marketing Management*, vol. 24, nº 5, pp. 439-456.
- Corbett, C. y Wassenhove, L.V. (1993): "Trade-offs? What Trade-offs? Competence and Competitiveness in Manufacturing Strategy", *California Management Review*, vol. 35, nº 4, pp. 107-122.

- Cordero, R. (1991): "Managing for speed to avoid product obsolescence: A survey of techniques", *Journal of Product Innovation Management*, vol. 8, pp. 283-294.
- Crawford, C.M. (1986): *New product management*, Irwin, Nueva York.
- Daft, R.L. y Lengel, R.H. (1986): "Organizational information requirements, media richness and structural design", *Management Science*, vol 32, n° 5, pp. 554-571.
- Doz, Y. (1996): "New product development effectiveness: a triadic comparison in the information-technology industry", en Nishiguchi, T. (1996): *Managing product development*, Oxford University Press, Nueva York, pp. 13-41.
- Eisenhardt, K. y Tabrizi, B.N. (1995): "Accelerating adaptive processes: Product innovation in the global computer industry", *Administrative Science Quarterly*, vol. 40, pp. 84-110.
- Emmanuelides, P.A. (1993): "Towards an integrative framework of performance in product development projects", *Journal of Engineering and Technology Management*, vol. 10, n° 4, pp. 363-392.
- Fernández Sánchez, E. (2004): "Formas de apropiación de las ganancias de una innovación", *Universia Business Review*, n° 1, pp. 70-81.
- Filippini, R. y Maschietto, A. (2000): "Drivers of new product development performances. An empirical study", *Working paper*, Università di Padova.
- Griffin, A. y Hauser, J.R. (1996): "Integrating R&D and marketing: a review and analysis of the literature", *Journal of Product Innovation Management*, vol. 13, n° 3, pp. 191-215.
- Gupta, A.K. y Wilemon, D.L. (1988a): "The credibility-cooperation connection at the R&D-marketing interface", *Journal of Product Innovation Management*, vol. 5, pp. 20-31.
- Gupta, A.K. y Wilemon, D.L. (1988b): "Why R&D resists using marketing information", *Research-Technology Management*, vol. 31, n° 6, noviembre-diciembre, pp. 36-41.
- Gupta, A.K. y Wilemon, D.L. (1990): "Accelerating the development of technology based new products", *California Management Review*, vol. 32, n° 2, pp. 24-44.
- Hartley, J. R. (1990): *Ingeniería Concurrente: un método para acortar los plazos, mejorar la calidad y reducir los costes*, Productivity Press, Cambridge, Massachusetts
- Hauptman, O. y Hirji, K.K. (1996): "The influence of process concurrency on project outcomes in product development: an empirical study of cross-functional teams", *IEEE Transactions on Engineering Management*, vol. 43, n° 2, pp. 153-164.

- Hauptman, O. y Hirji, K.K (1999): "Managing integration and coordination in cross-functional teams: an international study of concurrent engineering product development", *R&D Management*, vol. 29, n° 2, pp. 179-191.
- Hayes, R.H.; Wheelwright, S.C. y Clark, K. (1988): *Dynamic Manufacturing*, John Wiley & Sons, Nueva York.
- Hultink, E.J. y Robben, H.S.J. (1995): "Measuring new product success: the difference that time perspective makes", *Journal of Product Innovation Management*, vol. 12, n° 5, pp. 392-405.
- Iansiti, M. (1995): "Shooting the rapids: Managing product development in turbulent environments", *California Management Review*, vol. 38, n° 1, pp. 37-58.
- Katzenbach, J. R. y Smith, D.K. (1993): "The discipline of teams", *Harvard Business Review*, vol. 71, n° 2, marzo-abril, pp. 111-120.
- Koufteros, X.A.; Vonderembse, M. y Doll, W. (2001): "Concurrent engineering and its consequences", *Journal of Operations Management*, vol. 19, pp. 97-115.
- Koufteros, X.A.; Vonderembse, M.A. y Doll, W.J. (2002): "Integrated product development and competitive capabilities: the effects of uncertainty, equivocality, and platform strategy", *Journal of Operations Management*, vol. 20, pp. 331-355.
- Krishnan, V.; Eppinger, S.D. y Whitney, D.E. (1997): "A model-based framework to overlap product development activities", *Management Science*, vol. 43, n° 4, abril, pp. 437-451.
- Larson, E.W. y Gobeli, D.H. (1988): "Organizing for product development projects", *Journal of Product and Innovation Management*, vol. 5, pp. 180-190.
- Lieberman, M.B. y Montgomery (1988): "First-movers advantages", *Strategic Management Journal*, vol. 9, pp. 41-58.
- Loch, C.H. y Terwiesch, C. (1998): "Communication and uncertainty in concurrent engineering", *Management Science*, vol. 44, n° 8, agosto, pp. 1032-1048.
- Maylor, H. (1997): "Concurrent new product development: an empirical assessment", *International Journal of Operations and Production Management*, vol. 17, n° 12, pp. 1196-1214.
- McCann, J. y Galbraith, J.R. (1981): "Interdepartmental relations", en Nystrom, P.C. y Starbuck, W.H. (eds.), *Handbook of Organizational Design*, vol. 2, Oxford University Press; pp. 60-84.

- Meyer, M.H. y Utterback, J.M. (1995): "Product development cycle time and commercial success", *IEEE Transactions Engineering Management*, vol. 42, n° 2, pp. 297-304.
- Minguela Rata, B. (2003): "Un análisis del enfoque adoptado en la ejecución de las actividades del proceso de desarrollo de un nuevo producto como factor determinante del aumento de su calidad", *Ekonomiaz*, n° 51, tercer cuatrimestre, pp. 154-171.
- Miranda González, F.J. y Bañegil Palacios, T.M. (2002): "The effect of new product development techniques on new product success in Spanish firms", *Industrial Marketing Management*, n° 31, pp. 261-271.
- OECD (1997): *Oslo Manual: The measurement of scientific and technological activities proposed guidelines for collecting and interpreting technological innovation data*, European Commission, Eurostat.
- Pfeffer, J. y O'Really, C. (1987): "Hospital demography and turnover among nurses", *Industrial Relations*, vol. 36, pp. 158-173.
- Pinto, M.B. y Pinto, J.K. (1990): "Project team communication and cross-functional cooperation in new program development", *Journal of Product Innovation Management*, vol. 7, n° 4, pp. 200-212.
- Pinto, M.B; Pinto, J.K. y Prescott, J.E. (1993): "Antecedents and consequences of project team cross-functional cooperation", *Management Science*, vol. 39, n° 10, octubre, pp. 1281-1297.
- Prida Romero, B. y Gutiérrez Casas, G. (1995): *Logística de aprovisionamientos: el cambio en las relaciones proveedor-cliente, un nuevo desafío para la empresa del siglo XXI*, McGraw-Hill, Madrid.
- Roberts, E.B. (1996): *Gestión de la innovación tecnológica*, Fundación Cotec para la Innovación Tecnológica, Madrid.
- Rosenau, M.D.Jr. y Moran, J.J. (1993): *Managing the Development of New Products: Achieving speed and quality simultaneously through multi-functional teamwork*, Van Nostrand Reinhold, Nueva York.
- Rosenthal, S. (1992): *Effective product design and development. How to cut lead time and increase customer satisfaction*, Irwin, Illinois.
- Sheremata, W. A. (2000): "Centrifugal and centripetal forces in radical new product development under time pressure", *Academy of Management Review*, vol. 25, n° 2, pp. 389-408.
- Song, X.M.; Montoya-Weiss, M.M. y Schmidt, J.B. (1997): "Antecedents and consequences of cross-functional cooperation: a comparison of R&D, manufacturing, and marketing perspectives", *Journal of Product Innovation Management*, vol. 14, n° 1, pp. 35-47.

- Song, X.M.; Neely, S.M. y Zhao, Y. (1996): "Managing R&D-marketing integration in the new product development process", *Industrial Marketing Management*, vol. 25, n° 6, pp. 545-553.
- Souder, W.E. y Chakrabarti, A.K. (1978): "The R&D-Marketing interface: results from an empirical study of innovation projects", *IEEE Transactions on Engineering Management*, vol. 25, n° 4, pp. 88-93.
- Swink, M.L. (1998): "A tutorial on implementing concurrent engineering in new product development programs", *Journal of Operations Management*, vol 16, n° 1, pp. 103-116.
- Takeuchi, H. y Nonaka, I. (1986): "The new new product development game", *Harvard Business Review*, vol. 64, n° 1, enero-febrero, pp. 137-146.
- Tatikonda, M. y Rosenthal, S.R. (2000): "Successful execution of product development projects: balancing firmness and flexibility in the innovation process", *Journal of Operations Management*, vol 18, pp. 401-425.
- Teachman, J. D. (1980): "Analysis of population diversity", *Sociological Methods and Research*, vol. 8, pp. 341-362.
- Terwiesch, C. y Loch, C.H. (1999): "Measuring the effectiveness of overlapping development activities", *Management Science*, vol. 45, n° 4, abril, pp. 455-465.
- Vickery, S.K.; Droge, C. y Markland, R.E. (1997): "Dimensions of manufacturing strength in the furniture industry", *Journal of Operations Management*, vol 15, pp. 317-330.
- Wheelwright, S.C. y Clark, K.B. (1992): "Competing through development capability in a manufacturing-based organization", *Business Horizons*, vol. 35, julio-agosto, pp. 29-43.
- Zirger, B.J. y Hartley, J.L. (1996): "The Effect of Acceleration Techniques on Product Development Time", *IEEE Transactions Engineering Management*, vol. 42, n° 3, pp. 143-152.

APÉNDICE

Cuadro 8 **ÍTEMES EMPLEADOS EN LA CONSTRUCCIÓN DEL INDICADOR TDES**

- El nuevo producto fue lanzado según la fecha programada
 - El nuevo producto alcanzó los objetivos de tiempo de desarrollo
 - Número de meses transcurridos desde el inicio del proyecto hasta el momento en que el producto se encuentra disponible en el volumen de producción adecuado para satisfacer a los consumidores
-

Cuadro 9
ÍTEMS UTILIZADOS EN LA CONSTRUCCIÓN DEL INDICADOR EQU

GRADO DE INTEGRACIÓN DE LOS MIEMBROS DEL EQUIPO	<ul style="list-style-type: none"> • Están implicados en el proyecto de desarrollo desde las primeras etapas • Todos son responsables del resultado final del proyecto • Entre todos ellos existe confianza mutua • Colaboran para realizar sus tareas • Comparten abiertamente sus ideas entre ellos • Cuando aparecen problemas, buscan soluciones que son aceptadas por todos ellos
CARACTERÍSTICAS DEL LÍDER DEL PROYECTO	<ul style="list-style-type: none"> • Es una función reconocida por la empresa • Comunica y asegura la comunicación efectiva entre los miembros del equipo • Está dedicado completamente al proyecto (un único proyecto a la vez) desde el principio hasta el final • Es el responsable del progreso del proyecto desde el principio hasta el final • Tiene influencia o estatus en la organización • Informa directamente a la alta dirección
APOYO DE LA ALTA DIRECCIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Está implicada en el proceso de desarrollo desde el comienzo • Está interesada en la evolución del proyecto
GRADO DE AUTONOMÍA	<ul style="list-style-type: none"> • El equipo toma decisiones y resuelve problemas sin la intervención de personas ajenas al mismo
GRADO DE MULTIFUNCIONALIDAD	<ul style="list-style-type: none"> • Número de miembros del equipo pertenecientes a las siguientes áreas funcionales (Ingeniería/I+D, Marketing, Finanzas, Producción, Compras, Sistemas, Calidad, Otras)

Cuadro 10
ÍTEMS EMPLEADOS EN LA CONSTRUCCIÓN DEL INDICADOR FTC

SENTIDO Y UTILIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • La comunicación durante el transcurso del proyecto entre marketing, I+D y fabricación es en los dos sentidos • Marketing tiende a compartir información preliminar con I+D y fabricación • I+D suele compartir información preliminar con marketing y fabricación • Fabricación tiende a compartir información preliminar con marketing e I+D
FRECUENCIA DE LA COMUNICACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Frecuencia con que marketing, I+D y fabricación comunican entre sí (una vez al mes, más de una vez al mes pero menos de una vez a la semana, una vez a la semana, más de una vez a la semana pero menos de una vez al día, al menos una vez al día)
IMPLICACIÓN TEMPRANA	<ul style="list-style-type: none"> • Porcentaje de conclusión del diseño del producto cuando fabricación comenzó su implicación activa en el proyecto (sentido inverso) • Porcentaje de conclusión del diseño del producto cuando fabricación proporcionó realimentación por primera vez (sentido inverso) • Porcentaje de finalización del diseño del producto cuando fabricación comenzó a comprometerse en comprar materiales, herramientas y equipos (sentido inverso)

ABSTRACT

This paper studies the impact of the basic principles of simultaneous engineering (multifunctional teamwork and concurrent work-flow) on new product development time. A linear regression model was used to test all the hypotheses. This analysis is performed on a sample of firms of a medium-high technological level industry (manufacturing firms of Electronic Components in Spain). Results show that both multifunctional teams and concurrent work-flow are related positively with shorter development times.

Key words: new products, multifunctional team works, overlapping, development time.