

Rendimiento de la ingeniería concurrente bajo condiciones de incertidumbre variables*

Concurrent engineering performance under varying uncertainty conditions*

Daniel Vázquez-Bustelo**

Sandra Valle Álvarez***

SUMARIO: 1. Introducción. 2. Marco teórico. 2.1. Concepto de ingeniería concurrente. 2.2. Ingeniería concurrente versus enfoque tradicional. 2.3. Pilares básicos de la ingeniería concurrente. 3. Contradicciones empíricas y formulación de hipótesis. 4. Metodología de la investigación. 4.1. Diseño de la investigación y características de la muestra. 4.2. Desarrollo de escalas y medición de las variables. 4.3. Dimensionalidad, fiabilidad y validez. 5. Análisis y resultados. 6. Conclusiones, limitaciones e investigación futura. Referencias bibliográficas

Recepción del original: 19/02/2007

Aceptación del original: 24/09/2007

RESUMEN: Este trabajo analiza, mediante regresiones lineales, el vínculo entre el uso de ingeniería concurrente (IC) y el éxito en el proceso de desarrollo de nuevos productos (DNP) bajo condiciones de incertidumbre variables. Los resultados obtenidos indican que, en entornos de reducida o moderada incertidumbre, el solapamiento de actividades, la integración interfuncional y el trabajo en equipo afectan positivamente al rendimiento del DNP en términos de tiempo de desarrollo, calidad y éxito en el lanzamiento de nuevos productos. Por el contrario, tales efectos no se observan en situaciones de elevada incertidumbre. Por todo

* Una versión preliminar de este trabajo ha sido publicada previamente como papel de trabajo núm. 229 de la Colección de Documentos de Trabajo de la Fundación de las Cajas de Ahorros (FUNCAS).

** Universidad de Oviedo. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Departamento de Administración de Empresas. Avda. del Cristo s/n. 33071 Oviedo. E-mail: dvazquez@uniovi.es

*** Universidad de Oviedo. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Departamento de Administración de Empresas. Avda. del Cristo s/n. 33071 Oviedo. E-mail: svalle@uniovi.es

ello, se concluye que el empleo de IC debe ser contingente a las condiciones particulares del entorno.

Palabras clave: ingeniería concurrente, desarrollo de nuevos productos, incertidumbre, teoría de contingencia

Clasificación JEL: M11, L23.

ABSTRACT: This work analyses, using linear regression, the link between concurrent engineering (CE) and success in the new product development (NPD) process under varying uncertainty conditions. The results indicate that, in environments of low or moderate uncertainty, overlapping of activities, inter-functional integration and teamwork positively affect the NPD performance in terms of development time, quality and success in launching new products. Conversely, such effects are not seen in conditions of high uncertainty. Therefore, the conclusion is that the use of CE must depend on the specific conditions of the environment.

Keywords: concurrent engineering, new product development, uncertainty, contingency theory

JEL Classification: M11, L23.

1. Introducción

Gran parte de las empresas que compiten hoy en día en los mercados internacionales apuestan por el desarrollo de nuevos productos (DNP) como uno de los factores más importantes para el logro de ventajas competitivas sostenibles. Por ello, tanto investigadores como directivos se centran en la búsqueda continuada de métodos y prácticas que les permitan mejorar la organización y dirección de sus procesos de DNP e incrementar, así, la efectividad o éxito de los mismos. Concretamente, el desafío se centra en lograr la excelencia en la consecución de tres objetivos específicos: 1) acortar el tiempo de desarrollo de los nuevos productos, 2) incrementar la eficiencia de tales desarrollos y 3) obtener productos superiores.

Con este fin, las empresas han reorganizado sus procesos de DNP y han avanzado desde un camino secuencial, donde las actividades necesarias para el desarrollo del producto se realizan secuencialmente y la interacción entre los departamentos involucrados es mínima, hasta un camino integrado, denominado ingeniería concurrente (IC), donde tales actividades se solapan y todos los departamentos trabajan en colaboración desde el comienzo.

Este nuevo diseño organizativo ha provocado una mejora de las capacidades competitivas de las empresas, que se traduce en mejoras en el rendimiento, costes reducidos, calidad mejorada, creación de conocimiento y reducciones de los tiempos de desarrollo de sus nuevos productos (Riedel y Pawar, 1991; Rosenblatt y Watson, 1991; Shenay y Derakshan, 1992; Lawson y Karandikar, 1994; Prasad, 1996; Hanssen, 1997; Brookes y Backhouse, 1998; Pawar y Haque, 1998; Barba, 2001; Umemoto *et al.*, 2004; Bhuiyan *et al.*, 2006). De hecho, son múltiples los ejemplos que así lo ilustran y que han llevado a que la IC ya haya sido considerada como una de las «mejores prácticas» para lograr una competitividad duradera (Voss *et al.*, 1995).

Sin embargo, las investigaciones más recientes en este campo están poniendo de manifiesto que el uso de IC no ofrece siempre resultados positivos y que su éxito en la mejora de las capacidades de innovación depende del

contexto en que se aplique, de las circunstancias competitivas y tecnológicas. Concretamente, muchas de ellas consideran que la incertidumbre del entorno puede moderar el impacto de las características del DNP sobre el rendimiento.

Por tanto, la cuestión que cabe plantearse no es tanto si la IC es un mecanismo que mejora el rendimiento en la introducción de nuevos productos sino más bien bajo qué circunstancias lo logra, siendo, por tanto, su aplicación adecuada. Sin embargo, aunque son muchos los esfuerzos de investigación que ya se están haciendo en esta dirección, no parece llegarse a un consenso y pueden detectarse bastantes contradicciones empíricas.

Como consecuencia de esta falta de unanimidad, surge la idea de este estudio, cuyo objetivo principal es contribuir a determinar cuáles son las circunstancias bajo las cuales resulta realmente efectiva la aplicación de IC. Para ello, y bajo el enfoque contingente, se analiza el impacto de esta metodología sobre los resultados del proceso de DNP en una muestra de fabricantes españoles, distinguiendo distintos escenarios en función del grado de incertidumbre que les rodea.

Con este propósito, el trabajo de investigación se estructura de la siguiente forma. En primer lugar, se hace un examen de la literatura respecto al concepto, objetivos y pilares básicos de la IC. En segundo lugar, se describen las contradicciones empíricas existentes sobre la aplicación eficaz de esta metodología y se formulan las hipótesis que relacionan su uso con varios indicadores del éxito del proceso de DNP en función del grado de incertidumbre del entorno. En tercer lugar, se expone la metodología de la investigación. Seguidamente, se presentan los análisis estadísticos llevados a cabo y los resultados obtenidos. Finalmente, se exponen las conclusiones del trabajo, se señalan sus limitaciones y se comentan las posibles líneas de investigación futura.

2. Marco teórico

2.1. CONCEPTO DE INGENIERÍA CONCURRENTE

Una de las definiciones de IC más difundida es la proporcionada por el Instituto de Análisis de Defensa Americano, que considera esta metodología como «un camino sistemático hacia el diseño integrado, concurrente de los productos y sus procesos relacionados, incluyendo producción y apoyo. Este camino pretende motivar a los encargados del desarrollo para que consideren, desde el principio, todos los elementos del ciclo de vida del producto, desde la concepción hasta su disposición, incluyendo calidad, coste, tiempo y requisitos del usuario» (Winner *et al.*, 1988: 2).

Por tanto, la IC puede verse como un «camino de solución de problemas integrado» (Wheelwright y Clark, 1992), donde todas las actividades necesarias para la introducción de un nuevo producto se consideran simultáneamente (Sprague *et al.*, 1991; Shen y Derakhshan, 1992; Kusiak, 1993). De este modo, todos los factores y cuestiones «aguas abajo» del desarrollo del producto son incorporados dentro de la fase «aguas arriba» de dicho desarrollo (Lee, 1992), consiguiéndose que todos los impactos sobre las decisiones del diseño del producto sean considerados antes de que la producción comience (Hatch y Badinelli, 1999).

2.2. INGENIERÍA CONCURRENTE VERSUS ENFOQUE TRADICIONAL

Desde su surgimiento, la IC se planteó como un camino para hacer frente a los problemas típicos del enfoque seguido tradicionalmente por las empresas para desarrollar sus nuevos productos. Bajo dicho enfoque, conocido habitualmente como «tirar los planos por encima de la pared», se avanza a lo largo de un proceso estructurado con fases secuenciales claramente definidas, a través de las cuales el producto se define, diseña, se transfiere a la planta de fabricación y se envía al mercado (Iansiti, 1995). Cada una de estas actividades no comienza a realizarse hasta que la anterior ha finalizado completamente, lo que redundará en un aumento del tiempo y del coste (Takeuchi y Nonaka, 1986; Cordero, 1991). En este proceso secuencial, existe una falta de integración entre las áreas funcionales implicadas en el proceso. Cada función realiza aisladamente su trabajo con mínimas referencias sobre las necesidades de los otros y sin reflexionar ni practicar la importante interrelación y coordinación de las distintas contribuciones funcionales. Todo esto se traduce en continuas marchas atrás en cada una de las diferentes etapas del proceso para corregir los errores cometidos, generándose, en consecuencia, desarrollos muy largos. Cada una de estas iteraciones también añade costes adicionales al proceso de diseño. Asimismo, surgen muchos problemas de calidad, debido, fundamentalmente, a la falta de comunicación y entendimiento entre el diseño del producto, su producción y las necesidades de los consumidores.

En consecuencia, las empresas recurren a una nueva forma de organización de sus procesos de DNP que, en oposición al camino tradicional, se basa en un planteamiento integrado del desarrollo del producto, donde todos los involucrados trabajan en paralelo desde el comienzo y donde se establecen las conexiones adecuadas entre las actividades de los distintos departamentos con el fin de evitar las continuas marchas atrás y demás problemas del enfoque tradicional señalados. Este nuevo enfoque pretende, en definitiva, mejorar el rendimiento del DNP respecto al enfoque secuencial tradicional, consiguiendo más velocidad en el proceso, más flexibilidad, la adopción de una perspectiva más estratégica, mayor sensibilidad a los cambios en el entorno, una orientación a resolver problemas en grupo, el desarrollo de habilidades diversificadas, una mejor comunicación interna (Barba, 2001) y, en consecuencia, una mejora del rendimiento de todo el negocio (Creese y Moore, 1990; Kannapan y Marshek, 1992).

2.3. PILARES BÁSICOS DE LA INGENIERÍA CONCURRENTE

Para conseguir todos sus objetivos, la IC se apoya en tres pilares básicos (Koufteros *et al.*, 2001): (1) un flujo de trabajo concurrente, esto es, la realización simultánea de diferentes actividades del desarrollo del producto que hasta ahora se desarrollaban secuencialmente, (2) la implicación temprana de todas las partes que contribuyen al desarrollo del producto y (3) el trabajo en equipo.

(1) Flujo de trabajo concurrente

Al contrario que en el desarrollo secuencial, se estimula el desarrollo paralelo, total o parcial, de las actividades que forman parte del proceso de DNP. Así, por ejemplo, las ingenierías de producto y de proceso son conducidas simultáneamente o la planificación del producto comienza a realizarse mucho antes de que el estudio del concepto esté finalizado (Kamrani y Vijayan, 2006). De este modo, no se reduce la duración de cada actividad, pero sí disminuye el tiempo de desarrollo global (De Meyer y Hooland, 1990).

Corti y Portioli-Staudacher (2004) recogen en su trabajo muchas investigaciones que describen las ventajas de llevar a cabo el diseño del producto y la planificación del proceso concurrentemente (Syan y Menon, 1994) o de integrar la planificación del proceso y la planificación y control de la producción (Portioli-Staudacher y Singh, 1997; Gaalman *et al.*, 1999). Que el producto, el proceso y la producción puedan ser planificados simultáneamente permite que las cuestiones referentes a la fabricación sean evaluadas e incorporadas en el diseño final del producto. De esta manera, se consigue una reducción de la incertidumbre y una detección temprana de los problemas, que evita que las empresas tengan que realizar cambios, con el consumo de tiempo que ello supone. El hecho de poder identificar problemas potenciales bastante temprano evita retrasos costosos más tarde (Susman y Dean, 1992). Por tanto, con este solapamiento, no sólo se consigue reducir la necesidad de rediseño y retrabajo, reduciendo así el tiempo de desarrollo, sino también, tener más oportunidades de conseguir una producción «tranquila», lo que ayuda a minimizar el coste y mejorar la calidad¹.

(2) Implicación temprana de todos los participantes en el proceso

La implicación temprana de todas las funciones que contribuyen al desarrollo del producto (fabricación, compras, comercialización, etc.) supone que los distintos grupos de interés expresen sus opiniones y proporcionen sus *inputs* de información ya desde el principio del proceso. De este modo, se van produciendo, desde el comienzo del mismo, múltiples retroalimentaciones, que permiten una coordinación más estrecha entre las diferentes fases del proceso y la eliminación de lagunas informativas —actividades que tradicionalmente ocurren más tarde en el proceso de desarrollo del producto se benefician de información generada en actividades mucho más tempranas (Yassine *et al.*, 1999)—. Como consecuencia inmediata, se reduce la probabilidad de que se produzcan desequilibrios o errores entre las características del producto y las capacidades del proceso (problemas de *manufacturabilidad*) o de que exista una ausencia de

¹ Handfield (1994), por ejemplo, observó que los productos a los que se aplicaba la IC eran desarrollados en aproximadamente el 60% del tiempo de desarrollo requerido para los productos desarrollados secuencialmente. Por su parte, Bopana y Chon-Huat (1997) informaron, como consecuencia de la aplicación de IC, de reducciones entre el 30% y el 60% en los tiempos de desarrollo, de hasta casi el 50% en los costes del ciclo de vida y de entre un 55% y 95% en las peticiones de ingeniería.

adaptación por parte del producto a las exigencias del cliente. Es decir, se está evitando la realización de cambios, consiguiéndose, en consecuencia, tiempos de desarrollo menores, costes de coordinación reducidos y mejoras en la calidad (Fleischer y Liker, 1992; Ulrich *et al.*, 1993).

(3) Trabajo en equipo

Finalmente, el trabajo en equipo se erige como otro pilar fundamental de la IC. En este sentido, los participantes en el proceso de desarrollo no sólo deben estar implicados desde el comienzo del proyecto, interactuando e intercambiando información abiertamente, como se ha señalado, sino que, además, deben colaborar estrechamente, reforzándose unos a otros en el logro de unas metas compartidas. Es decir, una de las características más relevantes de la IC es el uso de equipos multifuncionales en los que las distintas disciplinas deben coordinar sus esfuerzos en la solución de problemas para mejorar la innovación del producto y la calidad.

Este trabajo en equipo debe ser entendido como un proceso caracterizado por unos intereses comunes, un alto grado de transparencia, unos riesgos compartidos y múltiples sinergias (Jassawalla y Sashittal, 1998). Así, la IC demanda un proceso caracterizado por un alto nivel de interdependencia recíproca, donde las funciones interactúan con retroalimentaciones mutuas y comparten principios básicos que incluyen metas comunes, una visibilidad completa de los parámetros de diseño por parte de todos los participantes, consideración mutua de todas las decisiones, colaboración para resolver conflictos, mejora continua y trabajo en equipo (Linton *et al.*, 1991; Hauptman y Hirji, 1999).

Las ventajas de este proceso integrador han sido subrayadas ampliamente en la literatura, apuntando que los equipos multifuncionales mejoran la comunicación y el aprendizaje organizativo (McKee, 1992; Henke *et al.*, 1993), producen soluciones más creativas, toman mejores decisiones, mejoran la implementación de las mismas e incrementan el compromiso (Donnellon, 1993). A su vez, los beneficios también se reflejan en el incremento de las destrezas técnicas e interpersonales de los miembros del equipo, así como en la potenciación de la experimentación y el aprovechamiento de sinergias tecnológicas gracias a la fusión de la información relativa a competencias heterogéneas de las diferentes disciplinas, conocedoras tanto de sus requisitos funcionales como de otros campos técnicos (Fernández *et al.*, 2003).

Finalmente, es necesario señalar que la formación de este tipo de equipos multifuncionales no debe reducirse sólo a la inclusión de las distintas áreas funcionales de la empresa que contribuyen al desarrollo del producto, sino que también debe considerar la participación de agentes externos a ella (Boyle *et al.*, 2005, 2006). De hecho, la IC es un antecedente y quizá un determinante de las prácticas de inclusión de los clientes y proveedores² (Koufteros *et al.*,

² Entre las ventajas de colaborar con los proveedores destacan: costes de desarrollo más bajos, estandarización de componentes, consistencia entre el diseño y las capacidades del proveedor, reducción de los cambios de ingeniería, calidad más alta con menos defectos, mejora del pro-

2001; Koufteros y Marcoulides, 2006); su aplicación está asociada positivamente con el nivel de integración de ambos agentes externos en el proceso de DNP (Koufteros *et al.*, 2005).

3. Contradicciones empíricas y formulación de hipótesis

Los estudios que avalan el éxito de la IC a la hora de solventar los problemas típicos del DNP tradicional son numerosos, demostrando que su uso conduce a claras mejoras en la calidad y a importantes reducciones en el tiempo y costes del desarrollo (Takeuchi y Nonaka, 1986; Dean y Susman, 1989; Kusiak y Park, 1990; Clark y Fujimoto, 1991; Millson *et al.*, 1992; Wheelwright y Clark, 1992; Karagozoglu y Brown, 1993; Durand, 1995; Blackburn *et al.*, 1996; Calantone y DiBenedetto, 2000; Herder y Weijnen, 2000; Barba, 2001; Koufteros *et al.*, 2001; Minguela, 2002, 2004; Minguela-Rata *et al.*, 2006).

Sin embargo, también existen estudios que evidencian precisamente lo contrario. Así, por ejemplo, en relación con el coste de desarrollo, autores como Takeuchi y Nonaka (1986), Uttal (1987), Aitsahlia *et al.* (1995) o Yassine *et al.* (1999) describen el desarrollo paralelo como menos eficiente que el desarrollo secuencial; en términos de uso de recursos para ellos, la IC conlleva un incremento sustancial del coste si se compara con el desarrollo tradicional.

Asimismo, en relación con el tiempo de desarrollo, trabajos como el de Cordero (1991) consideran que, aunque se haya mostrado sustancial y consistentemente que la concurrencia puede reducir drásticamente el tiempo de desarrollo del producto, no hay evidencia de que más concurrencia sea siempre mejor. Aunque es cierto que para acelerar el tiempo al mercado es preferible algún grado de solapamiento al desarrollo secuencial (Krishnan *et al.*, 1995; Chakravarty, 1995), llegado un punto, la concurrencia tiene limitaciones (Hoedemaker *et al.*, 1999) y un incremento del paralelismo puede no ser siempre deseable. Si no existe la comunicación necesaria entre los miembros del equipo concurrente, un mayor paralelismo puede hacer el proyecto más largo, debido a que puede haber retrasos por el incremento del retrabajo (Haberle *et al.*, 2000).

Datar *et al.* (1997) y Thomke y Fujimoto (2000) también ponen de manifiesto encuentros contradictorios entre la interacción funcional que permite que los participantes aguas arriba anticipen los problemas de diseño *versus* esperar

ceso de manufactura del proveedor, disponibilidad de datos de proceso detallados y reducción del tiempo al mercado (Clark, 1989; Bonaccorsi y Lipparini, 1994; Eversheim *et al.*, 1997; Martínez y Pérez, 2003b). Con relación a la integración de los consumidores, se obtienen mejoras en la capacidad para desarrollar nuevos productos y características, debido al mejor entendimiento de sus necesidades y a la rápida convergencia de las especificaciones del producto con el diseño de las mismas (Carter y Barker, 1991; Landeghem, 2000; Pillai *et al.*, 2002). Todo ello evita órdenes que consumen tiempo y suponen cambios costosos más tarde en el proceso de desarrollo (Koufteros *et al.*, 2005).

hasta que los problemas aparezcan aguas abajo. Por un lado, tratar de anticipar los problemas y tomar decisiones críticas en las etapas tempranas puede causar demasiada agitación e incluir el uso de información «imperfecta» o «incompleta» (Dorf, 2000); por otro, esperar hasta que los problemas aparezcan conduce a nuevas versiones del diseño. La planificación aguas arriba ya ha sido identificada como un factor que reduce significativamente el tiempo y esfuerzo de desarrollo (Cooper y Kleinschmidt, 1994; Hull *et al.*, 1996), que incrementa significativamente los mismos (Einsenhardt y Tabrizi, 1995) o que no tiene un efecto significativo sobre ellos (Datar *et al.*, 1997; Bañegil y Miranda, 2002; Miranda y Bañegil, 2002).

Debido a todas estas contradicciones, se teme que haya habido una tendencia a sobreestimar los beneficios de la IC, mientras, simultáneamente, se quita importancia a los inconvenientes y riesgos asociados a ella (Poolton y Barclay, 1998). En consecuencia, ha surgido un intenso debate sobre si la IC produce siempre resultados positivos o si, dependiendo de las circunstancias, puede ser inferior a otros caminos, incluyendo el tradicional secuencial. Como señalan McDermott y O'Connor (2002), los investigadores pueden haber sido demasiado rápidos al generalizar la utilidad de las prácticas multifuncionales e integradoras a través de entornos diversos.

Por este motivo, algunas de las investigaciones citadas, y otras también recientes, han encaminado sus esfuerzos a tratar de dar respuesta a esta cuestión desde un planteamiento contingente, intentando determinar cuáles son las circunstancias o situaciones más apropiadas para una aplicación efectiva de la IC. Con este fin, distinguen entre innovaciones incrementales y radicales o, más genéricamente, entre entornos de alta y baja complejidad e incertidumbre³. Sin embargo, a este respecto, también existen muchas contradicciones empíricas.

Así, por ejemplo, algunos autores consideran que cuando las empresas desarrollan proyectos caracterizados por alta incertidumbre y complejidad, es decir, proyectos ruptura o radicales, son necesarios caminos avanzados de IC, mientras que para empresas que desarrollan productos relativamente simples es improbable que esta metodología proporcione una solución viable (Schilling y Hill, 1998; Wheelwright y Clark, 2000). En la misma línea, Koufteros *et al.* (2001) muestran que las empresas que operan en entornos de alto cambio, donde la incertidumbre y la ambigüedad son características propias, adoptan

³ A un nivel más específico, otras investigaciones siguen también un camino contingente y distinguen escenarios, no a nivel del entorno innovador, sino del tipo de empresa, considerando el efecto moderador de variables como el tamaño, el sector o el grado de cooperación de las mismas. Así, por ejemplo, Martínez y Pérez (2003a) distinguen entre empresas alta y bajamente cooperantes y llegan a la conclusión de que un conjunto de prácticas de DNP, entre ellas la IC, están relacionadas positivamente con la habilidad para minimizar el tiempo y coste de desarrollo en las empresas altamente cooperantes pero no en las caracterizadas por baja cooperación. De la misma forma, Bañegil y Miranda (2001) argumentan que muchas de las técnicas y herramientas que tratan de mejorar la eficiencia del proceso de DNP, entre ellas la IC, han demostrado su validez en empresas de determinados sectores de actividad, resultando, no obstante, un rotundo fracaso al implantarse en otros sectores. Concretamente, la IC sería una de las técnicas más recomendables para aquellos sectores con ciclos de vida reducidos.

grados más altos de IC que las que operan en entornos de bajo cambio. Estos autores consideran que, en este tipo de entornos, las prácticas de IC permiten un mayor flujo de información y capacitan un mayor rango de soluciones, al mismo tiempo que reducen la ambigüedad. La acción integrada reduciría la incertidumbre de la información, los falsos comienzos y el re-trabajo de diseño (Ettlie, 1997). Todo ello convertiría a la IC en un elemento esencial para las empresas que buscan un alto rendimiento en entornos con cambios de mercado y tecnológicos rápidos (Koufteros *et al.*, 2001).

Sin embargo, otros autores sugieren lo contrario y consideran que, mientras la IC puede ser apropiada para innovaciones incrementales, no lo es tanto para innovaciones radicales (Takeuchi y Nonaka, 1986; Handfield, 1994). En este sentido, consideran que, cuando la empresa se enfrenta a proyectos ruptura que introducen nueva tecnología radical, la utilización de prácticas de IC puede provocar una serie de costes ocultos que hacen que no sea apropiado su uso. Los costes de reducir el tiempo de desarrollo pueden incluir una probabilidad incrementada de errores, desbarajustes para la dirección e ineficiencias inesperadas que conducen a tiempos de desarrollo y entrega más largos (Crawford, 1992; Gaynor, 1993). El camino concurrente parece más apropiado para niveles más moderados de innovación, como es el caso de proyectos de DNP incrementales (Cordero, 1991; Millson *et al.* 1992), y para diseños rutinarios donde las características del proceso no son críticas y se es poco sensible a cambios en el diseño (Cantamessa y Villa, 2000). Hoedemaker *et al.* (1999) argumentan, en la misma dirección, que cuanto mayor es la complejidad del proyecto, mayores son los límites de la IC. Por su parte, Terwiesch y Loch (1999) y Bhuiyan *et al.* (2004) también recomiendan restringir el uso de la concurrencia a entornos de baja incertidumbre. Sus resultados arrojan que una comprensión del proceso de desarrollo a través de la concurrencia de actividades requiere una situación con incertidumbre limitada donde los cambios sean previsibles y puedan mantenerse bajo control; de otra manera, el solapamiento puede causar un reprocesamiento sustancial que pesaría más que el tiempo ganado por la concurrencia (Einsenhardt y Tabrizi, 1995; Ha y Porteus, 1995; Krishnan *et al.*, 1997; Loch y Terwiesch, 1998; Hoedemaker *et al.*, 1999; Terwiesch y Loch, 1999).

Algunos de estos estudios —Einsenhardt y Tabrizi (1995), Iansiti (1995), Cantamessa y Villa (2000), entre otros— van aún más allá y proponen, para entornos de alta incertidumbre y turbulencia, caminos alternativos al de la IC. Cantamessa y Villa (2000) consideran, incluso, que el camino secuencial tradicional no debería ser abandonado, puesto que bajo circunstancias específicas puede ser el patrón adecuado. Bhuiyan *et al.* (2004) están de acuerdo en no olvidar el camino secuencial. De hecho, encuentran que puede ser una solución viable bajo entornos de alta incertidumbre, coincidiendo estos resultados con los de Krishnan (1996)⁴.

⁴ No obstante, es necesario precisar que estos autores no valoran la ingeniería secuencial de la misma forma. Bhuiyan *et al.* (2004) consideran un tipo de ingeniería secuencial que incluye

Todos los argumentos expuestos pueden englobarse claramente bajo el marco conceptual de la teoría contingente, que afirma que la efectividad de una práctica concreta depende de la situación y que, al modificarse ésta, se vuelven apropiadas prácticas diferentes (Burns y Stalker, 1961; Lawrence y Lorsch, 1967; Donaldson, 2001).

Ahora bien, si parece claro que la IC no es una metodología válida o fiable en cualquier circunstancia o situación innovadora posible, la confusión reinante alrededor de cuál es el escenario adecuado para su aplicación es evidente (tanto a nivel de tipo de innovación como a nivel de grado de incertidumbre del entorno). Por este motivo, el propósito de este trabajo es tratar de contribuir a clarificar las circunstancias en las que sería óptimo para una empresa recurrir a un camino concurrente. Concretamente, se analizan las circunstancias relacionadas con el grado de incertidumbre del entorno, puesto que, para la muestra de empresas analizada en esta investigación, no se posee información relativa al tipo de innovación llevado a cabo.

Teniendo en cuenta todo lo expuesto, y apoyándose en el enfoque contingente, se han formulado las siguientes hipótesis de trabajo (Figura 1):

Proposición general: La efectividad de la IC depende del grado de incertidumbre del entorno en el que se aplique.

Dado que el éxito en los procesos de DNP es entendido normalmente por directivos e investigadores como la consecución de tiempos y costes de desarrollo lo más reducidos posibles y el logro de nuevos productos superiores (Cooper y Kleinschmidt, 1990; Gupta y Wilemon, 1990, Cordero, 1991; Millson *et al.* 1992; Wheelwright y Clark, 1992), la efectividad de la IC vendrá dada por su habilidad para lograr la excelencia en la consecución de dichas metas y, en general, para lograr el éxito en el lanzamiento de nuevos productos en el mercado. En consecuencia, de la proposición general se derivan las siguientes hipótesis concretas:

Hipótesis 1. *El efecto positivo de la IC sobre la reducción del tiempo de desarrollo de los nuevos productos depende del grado de incertidumbre del entorno.*

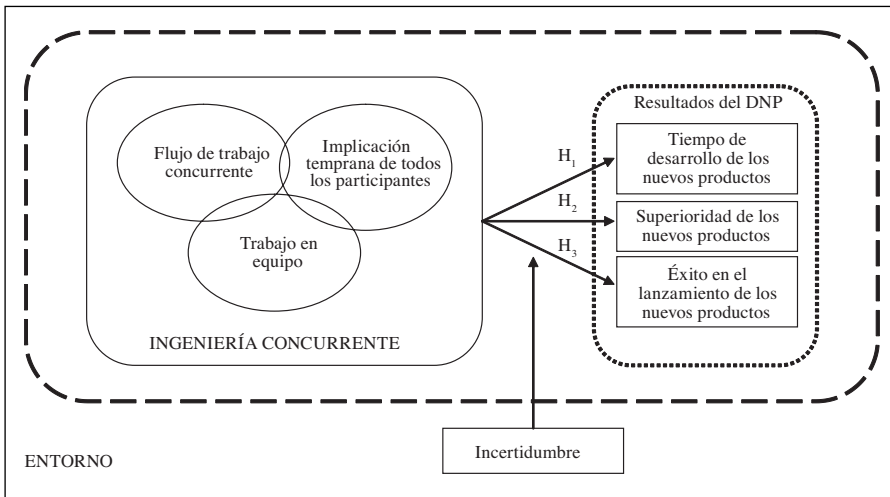
Hipótesis 2. *El efecto positivo de la IC sobre la superioridad de los nuevos productos desarrollados depende del grado de incertidumbre del entorno.*

Hipótesis 3. *El efecto positivo de la IC sobre el éxito en el lanzamiento de nuevos productos depende del grado de incertidumbre del entorno⁵.*

algún grado de interacción funcional, siendo este camino el que encuentran apropiado para alta incertidumbre. Sin embargo, Krishnan (1996) no considera explícitamente ningún grado de interacción funcional y llega a la conclusión de que el camino secuencial tradicional es el conveniente ante alta incertidumbre. Bhuiyan *et al.* (2004) consideran en este sentido que el camino de «tirar los planos por encima de la pared» en estado puro nunca es apropiado.

⁵ Si bien, en función de lo expuesto, también debería haber sido planteada una cuarta hipótesis relativa al coste de desarrollo de los nuevos productos, es necesario señalar que no ha sido posible por no disponer de la información necesaria para ello. Si bien esta información fue solicitada, apenas se obtuvo respuesta. En general, los directivos fueron reacios a facilitar este tipo de datos, que consideran de carácter confidencial.

FIGURA 1.—Modelo teórico e hipótesis a contrastar



Fuente: Elaboración propia.

4. Metodología de la investigación

4.1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA

La información necesaria para contrastar las hipótesis anteriormente planteadas procede de un estudio más amplio dirigido a analizar las principales políticas de fabricación en España. Concretamente, los datos utilizados se han obtenido a través de la realización de una encuesta postal dirigida a un total de 1234 fabricantes que, en el año 2003 (fecha de referencia del estudio), de acuerdo con la base de datos SABI (Sistema de Análisis de Balances Ibéricos), estaban localizados en España y empleaban a más de 100 trabajadores⁶. Todo ellos pertenecen a los sectores industriales con códigos CNAE 24 y CNAE del 28 al 36, seleccionados para este estudio por ser considerados los segmentos clave en la mayoría de las investigaciones sobre este tema (Koufteros *et al.*, 2001, 2002).

⁶ Cabe considerar que la elección de empresas con más de 100 trabajadores se ha basado en criterios similares a los seguidos en la Encuesta sobre Estrategias Empresariales (ESEE) y ha sido frecuente en estudios previos sobre IC (véase, por ejemplo, Calantone *et al.*, 2003; Koufteros *et al.*, 2001, 2002).

El cuestionario utilizado se diseñó tomando como referencia la literatura existente y las conclusiones obtenidas a través de un estudio de casos previo. Antes de proceder a su envío, el cuestionario fue sometido a revisión por parte de expertos, tanto en dirección de operaciones como en elaboración de encuestas. Asimismo, con el fin de contrastar su validez y mejorar su diseño (facilitar su lectura, reordenar las cuestiones, reducir su tamaño y eliminar preguntas ambiguas), se realizó un pretest en una muestra reducida de empresas. Tras la realización de un contacto telefónico previo, se procedió al envío del cuestionario (realizado por oleadas entre noviembre de 2003 y julio de 2004), acompañado de una carta de presentación en la que se indicaba el objetivo del estudio y se garantizaba la remisión de los resultados una vez obtenidos⁷.

En total, se recibieron 286 encuestas, aunque fue preciso eliminar tres de ellas por no haber sido cumplimentadas de forma adecuada o por detectar respuestas claramente contradictorias. Así, tras la revisión y el análisis de las respuestas recibidas, se obtuvieron un total de 283 cuestionarios válidos, lo que representa una ratio de respuesta válida del 22,29% y un error muestral del $\pm 5,21\%$, para un nivel de confianza del 95%. Esta ratio de respuesta resulta satisfactoria teniendo en cuenta la amplitud y extensión de la encuesta realizada, que incluía gran número de secciones y preguntas para medir variables contextuales, prácticas de producción, prácticas para el DNP, prácticas organizativas, objetivos y capacidades competitivas, resultados o medidas del desempeño y variables de clasificación. Las causas más frecuentes de no respuesta fueron la falta de tiempo por parte de los directivos para contestar la encuesta, el gran número de cuestionarios recibidos por la empresa y la consideración de que parte de la información solicitada era confidencial. Mediante un test-T se comparó, respecto a variables de control clave, el 25% de las primeras respuestas con el 25% de las últimas, no encontrándose diferencias significativas al nivel 0,05. Basándose en la asunción de que los últimos en responder a la encuesta no difieren de los que no contestaron (Armstrong y Overton, 1977), el sesgo de no-respuesta parece que no es un problema importante en esta investigación.

La Tabla 1 recoge la distribución, por sectores y tamaño, de la muestra de empresas estudiada. El sector de fabricación de maquinaria y material eléctrico, con un 20% de empresas, es el sector de actividad más representado, le sigue la industria de construcción de maquinaria y equipo mecánico (17,82%), el sector de fabricación de vehículos de motor, remolques y semirremolques

⁷ Como se ha señalado, este estudio forma parte de un proyecto de investigación más amplio en el que se analizan las políticas de fabricación desarrolladas por las principales empresas manufactureras españolas, siendo la IC sólo una de ellas. Dada la variedad y amplitud de las prácticas analizadas, el cuestionario utilizado fue remitido al director de operaciones o director industrial, por ser éste el cargo o puesto con mayor amplitud de responsabilidades respecto a todos los temas encuestados y el que potencialmente puede conocer o tener un acceso más fácil a toda la información solicitada. No obstante, se explicitó que, en caso de no disponer de la información requerida sobre algún tema específico, se remitiese el cuestionario a la persona o cargo de la empresa más indicada. Así, por ejemplo, respecto al tema analizado en el presente trabajo, se sugirió la posible remisión del cuestionario al director de I+D, al director de innovación o puesto similar.

(16,73%), la fabricación de productos metálicos (14,91%) y la industria química (11,64%). En conjunto, estos cinco sectores de actividad acumulan aproximadamente el 80% de empresas de la muestra y reflejan, en gran medida, la composición estructural de la industria española. Con relación a la dimensión de la empresa, destaca el hecho de que el 79,6% de las empresas analizadas emplean entre 100 y 500 trabajadores y sólo un 20,4% cuentan con más de 500 empleados. Con el fin de evaluar la existencia de posibles sesgos, se llevó a cabo un test Chi-cuadrado de diferencias entre las frecuencias observadas y esperadas (población) respecto al sector industrial y el tamaño de la empresa. Dicho test mostró que la distribución de empresas de la muestra refleja en gran medida la distribución de empresas de la población según la industria, si bien presenta cierto sesgo hacia empresas de fabricación de maquinaria y material eléctrico, cuya participación en términos relativos ha sido superior a la esperada⁸. Asimismo, los resultados obtenidos reflejan que no existen diferencias significativas al 95% entre la muestra y la población respecto a la distribución de empresas por tamaño (Chi-cuadrado=9,154, $p=0,0573$).

TABLA 1.—*Distribución de la muestra analizada por sectores y tamaño*

Sector Industrial (Según CNAE-93)	Porcentaje de empresas
CNAE-24: Industria química	11,64%
CNAE-28: Fabricación de productos metálicos excepto maquinaria y equipo	14,91%
CNAE-29: Industria de la construcción de maquinaria y equipo mecánico	17,82%
CNAE-30: Fabricación de máquinas de oficina y equipos informáticos	0,73%
CNAE-31: Fabricación de maquinaria y material eléctrico	20%
CNAE-32: Fabricación de material electrónico. Fabricación de equipo y aparatos de radio, televisión y comunicaciones	3,64%
CNAE-33: Fabricación de equipo e instrumentos médico-quirúrgicos y aparatos ortopédicos	3,27%
CNAE-34: Fabricación de vehículos de motor, remolques y semirremolques	16,73%
CNAE-35: Fabricación de otro material de transporte	3,64%
CNAE-36: Fabricación de muebles. Otras industrias manufactureras	7,64%
Tamaño de empresa por número de empleados	Porcentaje de empresas
Entre 100 y 499 empleados	78,9%
Entre 500 y 999 empleados	10,9%
Entre 1.000 y 1.499 empleados	2,55%
Entre 1.500 y 1.999 empleados	2,18%
2.000 o más trabajadores	5,45%

⁸ Excluyendo el sector de fabricación de maquinaria y material eléctrico (CNAE 31), se ha obtenido un valor del test Chi-cuadrado adecuado ($p=0,063$).

4.2. DESARROLLO DE ESCALAS Y MEDICIÓN DE LAS VARIABLES

Las escalas y variables utilizadas en el estudio se desarrollaron con base en la teoría existente, la revisión de la literatura, la realización de un estudio de casos previo y la realización de un pretest formal tanto con directivos como con expertos en el tema. Para la medición de la incertidumbre del entorno y la IC se utilizaron escalas multiítem. La medición de cada variable de resultado se llevó a cabo a partir de un único ítem (ver ANEXO).

Incertidumbre del entorno. A pesar de las muchas definiciones que el término puede adoptar, generalmente la incertidumbre del entorno se ha vinculado con el nivel de dinamismo externo (Duncan, 1972) y se materializa en la ausencia de capacidad para predecir de forma adecuada estados futuros del entorno. El dinamismo refleja el nivel de inestabilidad del entorno y se refiere a la existencia de cambios impredecibles en las condiciones que afectan a la empresa (Dess y Beard, 1984). De esta forma, la noción de entorno dinámico es similar a la de entorno de alta velocidad descrita por Bourgeois y Einsenhardt (1988). El entorno de alta velocidad es aquel en el que «existen cambios discontinuos y rápidos en la demanda, los competidores, la tecnología y/o las regulaciones, de tal manera que la información es a menudo inadecuada, no está disponible o está obsoleta» (Bourgeois y Einsenhardt, 1988: 816). En otras palabras, un entorno dinámico hace que la organización trabaje bajo una situación de incertidumbre o falta de predicción. Por este motivo, el dinamismo y la incertidumbre han sido considerados frecuentemente de forma conjunta en la literatura.

En consecuencia, la variable relativa a la incertidumbre se ha aproximado a partir de la medición del grado de dinamismo del entorno, tomando como referencia los trabajos de Miller (1987), Ward *et al.* (1995), Ward y Duray (2000) y Badri *et al.* (2000). En este sentido, se ha utilizado una escala de cinco puntos que mide: (a) la rapidez de cambio en los gustos y preferencias de los consumidores, (b) la frecuencia de innovación en procesos y (c) la frecuencia de innovación en productos. Para los cálculos estadísticos, se trabaja con la media aritmética de dichos ítems.

Ingeniería concurrente. Con el fin de medir las prácticas de IC, se sintetizó la escala propuesta por Koufteros *et al.* (2002) en cuatro ítems relacionados con sus pilares fundamentales: el desarrollo paralelo y no secuencial de los nuevos productos, la implicación temprana de todos los participantes en el proceso y empleo de equipos multifuncionales. En este sentido, se pidió a los encuestados que indicasen, a través de una escala de cinco puntos, su grado de acuerdo con las siguientes afirmaciones: a) los diseños del producto y el proceso de producción son desarrollados simultáneamente por un grupo de empleados, b) varios departamentos o funciones (I+D, producción, comercialización...) están involucrados desde el principio en el desarrollo de los nuevos productos, c) se crean equipos de desarrollo de nuevos productos compuestos por miembros de distintos departamentos o funciones y d) los miembros del equipo de desarrollo de nuevos productos colaboran estrechamente a lo largo de todo el proceso⁹. Al igual que en el caso anterior, para los

cálculos estadísticos también se trabaja con la media aritmética de dichos ítems.

Éxito del proceso de DNP. La literatura refleja la existencia de una gran variedad de medidas utilizadas por los investigadores para evaluar el desempeño del DNP y una gran subjetividad a la hora de seleccionar las variables finalmente utilizadas. Así, por ejemplo, Griffin y Page (1993), tras revisar 77 artículos que abarcan 61 proyectos de investigación distintos, llegan a identificar 46 variables diferentes utilizadas para medir el grado de éxito del DNP. En esta investigación, para medir dicho éxito se ha tomado como referencia fundamentalmente el trabajo de Loch *et al.* (1996), recurriendo a medidas de percepción sobre el nivel de resultado alcanzado respecto al tiempo de desarrollo de los nuevos productos, la superioridad de los mismos (medida en términos de funcionalidad y prestaciones) y el éxito alcanzado en su lanzamiento. En todos los casos, se ha empleado una escala de cinco puntos.

4.3. DIMENSIONALIDAD, FIABILIDAD Y VALIDEZ

Con el fin de garantizar la idoneidad de las escalas utilizadas para medir la incertidumbre del entorno y la IC, se llevó a cabo una evaluación de sus propiedades métricas (dimensionalidad, fiabilidad y validez). Para estudiar la dimensionalidad de las escalas, es decir, si existe o no un único factor subyacente al conjunto de variables que constituyen cada escala, se realizaron, en primer lugar, análisis factoriales exploratorios (de componentes principales) con rotación Varimax. Los resultados mostraron en ambos casos cargas factoriales (peso de cada variable observada en el factor) por encima de 0,5 y un porcentaje de varianza explicada acumulada superior al 50%. Una vez realizados los análisis factoriales exploratorios, se efectuaron análisis factoriales confirmatorios mediante ecuaciones estructurales. Como método de estimación se utilizó el de máxima verosimilitud robusto, por permitir superar los problemas de no normalidad de los datos. Los resultados de estos análisis confirmaron la composición (dimensionalidad) de las escalas identificadas en los análisis factoriales exploratorios previos.

Para analizar la fiabilidad, se recurrió al cálculo del coeficiente alpha de Cronbach, el índice de fiabilidad compuesto y la varianza media extraída (AVE) (Tabla 2). Dichos índices reflejan el grado de consistencia interna de las variables observadas, es decir, su capacidad para representar la variable latente común. Los coeficientes alpha de Cronbach obtenidos para la incertidumbre del entorno (0,722) y la IC (0,905) superan en ambos casos el valor 0,7 recomendado por Hair *et al.* (1999). También en ambos casos, el índice de fiabili-

⁹ En este punto es necesario señalar que, al utilizar una escala sintetizada de una original más amplia, existe la probabilidad de que lo que se consiga realmente sea aproximar, en lugar de medir, el uso de IC por parte de las empresas analizadas. Puesto que este hecho puede suponer una limitación, se reconoce como tal en la última sección de este trabajo.

dad compuesto supera ampliamente el nivel mínimo de 0,6 recomendado por Bagozzi y Yi (1988) y el coeficiente de varianza media extraída se encuentra por encima de 0,5.

TABLA 2.—*Modelo factorial confirmatorio de primer orden. Fiabilidad y validez de las escalas*

Factor	Item	Parámetros lambda estandarizados (t-valor)	Fiabilidad			Validez Discriminante	
			Alpha de Cronbach	Índice de Fiabilidad Compuesto	AVE	Factores	Correlación
Incertidumbre (F1)	Incertidumbre1	0,493 (7,653)	0,722	0,753	0,523	F1-F2	(0,132 - 0,396)
	Incertidumbre2	0,642 (9,712)					
	Incertidumbre3	0,956 (14,555)					
Ingeniería concurrente (F2)	IC 1	0,706 (14,323)	0,905	0,906	0,709		
	IC 2	0,823 (16,166)					
	IC 3	0,928 (24,996)					
	IC 4	0,895 (19,009)					
Bondad de ajuste (Solución robusta)							
S-B χ^2 (13) = 22,5746 (p<0,047)	BBNFI 0,975	BBNNFI 0,982	CFI 0,989	IFI 0,989	MFI 0,983	RMSEA 0,051	

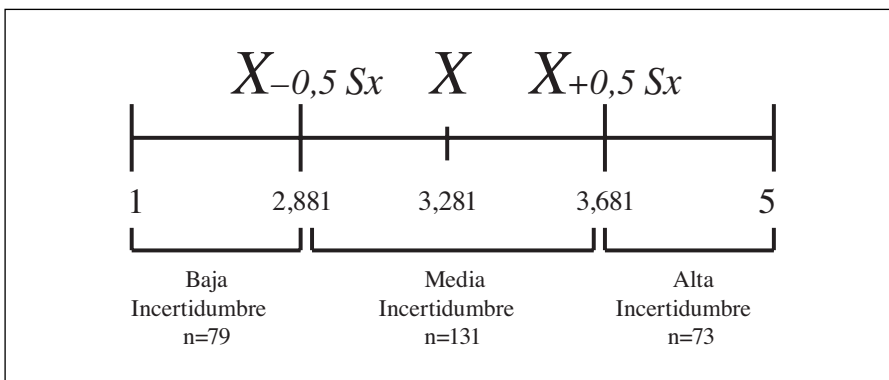
Una vez estudiada la dimensionalidad y contrastada la fiabilidad, se analizó la validez de contenido, convergente y discriminante, de las escalas de medida utilizadas. La validez de contenido determina si los ítems que contiene la escala son adecuados para el concepto que se quiere medir. Dado que cada escala se ha construido tomando como referencia la literatura previa, que incorpora ítems empleados en otras escalas ya validadas para la medición de conceptos similares y que ha sido evaluada a través del estudio de casos y el pretest del cuestionario, se considera que cada dimensión posee efectivamente validez de contenido. La validez convergente mide el grado en que las diferentes escalas empleadas para medir un factor latente están correlacionadas. En concreto, una medida tiene validez convergente si confluye en un mismo modelo con las restantes medidas que forman parte del mismo concepto (Lehmann *et al.*, 1999). De este modo, Steenkamp y Van Trijp (1991) vinculan la validez convergente de un concepto y su correspondiente escala de medida con la sustancialidad de los coeficientes de regresión factorial estandarizados entre el conjunto de variables explicativas de la escala y su correspondiente variable latente de saturación. Para comprobar la validez convergente, se analizaron los coeficientes lambda, que miden la relación entre la variable observada y la latente. Todos los coeficientes son estadísticamente significativos al nivel de confianza del 95% ($t > 1,96$, condición débil) y están muy próximos o superan el valor 0,5 (condición fuerte). Por su lado, la validez discriminante mide el grado en que los factores latentes especificados son distintos aunque estén correlacionados (Hair *et al.*, 1999). De este modo, para justificar su existencia, cada factor deberá ser lo suficientemente diferente de los restantes (Lehmann *et al.*, 1999).

Para comprobar la validez discriminante de las escalas, se calculó el intervalo de confianza de las correlaciones entre los factores. Con base en el mismo, se puede confirmar la validez discriminante de las escalas, ya que dicho intervalo no contiene el valor 1 al 95% de confianza.

5. Análisis y resultados

Con el fin de contrastar cada una de las hipótesis planteadas, se llevaron a cabo análisis de regresión lineal. Concretamente, se testó un modelo de regresión por cada una de las relaciones incluidas en dichas hipótesis, considerando en todos los casos la IC como variable independiente o explicativa. Previamente a la realización de dichas regresiones simples, se clasificó a las empresas que integran la muestra en función del grado de incertidumbre de su entorno: bajo, medio o alto; obteniendo como resultado, por tanto, 3 submuestras distintas. Para ello, se creó un índice de incertidumbre como media aritmética del valor alcanzado por los tres ítems utilizados para medir dicha característica. Tomando como referencia el valor medio (χ) y la desviación típica ($S\chi$) del índice creado, la muestra se dividió en tres grupos: (1) de baja incertidumbre —79 casos con valores en el intervalo $[1, \chi - 0,5S\chi]$ —, (2) de incertidumbre media —131 casos con valores entre $[\chi - 0,5S\chi, \chi + 0,5S\chi]$ — y (3) de alta incertidumbre —73 casos con valores en el intervalo $[\chi + 0,5S\chi, 5]$ —, tal como muestra la Figura 2¹⁰.

FIGURA 2.— Criterio y resultados de segmentación de la muestra



Fuente: Elaboración propia.

¹⁰ Si bien esta forma de partición de la muestra en grupos es habitualmente utilizada, no existe consenso respecto al intervalo de confianza más adecuado a tomar respecto a la media. En este caso, se ha optado por utilizar $\pm 0,5$ unidades de desviación típica con el único fin de perder el menor número de casos posible. No obstante, también se hizo la partición considerando ± 1 unidad de desviación típica, opción también muy frecuente, obteniéndose exactamente las mismas relaciones significativas.

Una vez dividida la muestra, se aplicaron las mismas regresiones simples para cada submuestra, obteniéndose los resultados que se presentan en la Tabla 3.

En primer lugar, los resultados muestran que la IC influye de forma positiva y significativa en la reducción del tiempo de desarrollo de los productos en las submuestras de empresas sometidas a un nivel medio y bajo de incertidumbre. Estas relaciones resultan estadísticamente significativas para un nivel $p=0,002$ y $p=0,005$, respectivamente. A diferencia del anterior resultado, para las empresas incluidas en la muestra con elevada incertidumbre no se ha observado una relación significativa entre las variables estudiadas para un nivel de confianza del 95 % ($p<0,05$). Teniendo en cuenta estos resultados, se puede aceptar la primera de las hipótesis planteadas en esta investigación.

En segundo lugar, y al igual que en el caso anterior, los resultados obtenidos en el análisis estadístico muestran la influencia positiva y significativa de la implantación de IC sobre la obtención de productos superiores (entendidos éstos como productos de elevada funcionalidad y prestaciones) en situaciones de media y baja incertidumbre. En dicho contexto, se observan relaciones estadísticamente significativas al 95% ($p=0,004$ y $p=0,000$) entre las variables consideradas. Sin embargo, dicha relación no se ha observado para el conjunto de empresas que reconocen enfrentarse a entornos de alta incertidumbre. Por consiguiente, se puede aceptar también el cumplimiento de la segunda hipótesis de la investigación.

En tercer lugar, la relación entre el uso de IC y el éxito en el lanzamiento de nuevos productos presenta características de naturaleza similar a las obtenidas para las relaciones anteriores. De este modo, los resultados también permiten sostener la tercera de las hipótesis consideradas. Como se observa en la Tabla 3, se ha encontrado un efecto positivo y significativo de la IC sobre el éxito en el lanzamiento de nuevos productos por parte de aquellas empresas que operan en entornos de incertidumbre baja ($p=0,002$) o moderada ($p=0,000$), no así para las empresas que integran la submuestra de alta incertidumbre.

A pesar de la identificación de todos los efectos significativos señalados, cabe indicar que los coeficientes de determinación (R^2) obtenidos no alcanzan valores muy elevados. Esto se debe a que, en el modelo, sólo se incluye la práctica de IC como explicativa del éxito en los procesos de DNP, puesto que es la variable objeto de estudio; sin embargo, existen muchas otras prácticas a disposición de las empresas que también explicarían el logro de dicho éxito. Así, por ejemplo, entre otros factores de éxito adicionales al uso de IC, pueden citarse: la definición de una estrategia de DNP clara y consistente, el aprendizaje de mercado, una fuerte planificación pre-desarrollo, el apoyo de la alta dirección, el liderazgo del proyecto, las características de los miembros del equipo, la inclusión de proveedores y clientes o el uso de herramientas de apoyo (Valle, 2002).

La valoración conjunta de todos los resultados obtenidos permite, además de la validación de las tres hipótesis planteadas, el apoyo de la proposición general presentada como punto de partida. Es decir, los resultados apoyan el argumento de que la IC no ofrece resultados positivos bajo cualquier entorno, dejando claro, además, que el grado de incertidumbre del mismo es una variable moderadora fundamental del resultado conseguido con el uso de esta metodología.

TABLA 3. — Resultados de las regresiones para las distintas submuestras

VARIABLES	Baja incertidumbre			Incertidumbre media			Alta incertidumbre					
	Valor	Beta	t-valor	Signif.	Valor	Beta	t-valor	Signif.	Valor	Beta	t-valor	Signif.
V. Dependiente: Tiempo de desarrollo Ingeniería concurrente												
Constante	0,208 (0,087)	0,312	2,883	0,005	0,255 (0,079)	0,272	3,205	0,002	-0,007 (0,114)	-0,007	-0,061	0,952
R ²	2,312				2,730				3,971			
R ² corregido	(0,291)				(0,282)				(0,436)			
Estadístico F	0,097				0,074				0,000			
Probabilidad de F	0,086				0,067				-0,014			
N	8,310				10,27				0,004			
	0,005				0,002				0,952			
	79				131				73			
V. Dependiente: Producto superior Ingeniería concurrente												
Constante	0,258 (0,088)	0,318	2,943	0,004	0,261 (0,065)	0,332	3,994	0,000	0,057 (0,120)	0,056	0,471	0,639
R ²	2,699				2,946				3,762			
R ² corregido	(0,292)				(0,232)				(0,460)			
Estadístico F	0,101				0,110				0,003			
Probabilidad de F	0,089				0,103				-0,011			
N	8,662				15,95				0,222			
	0,004				0,000				0,639			
	79				131				73			
V. Dependiente: Éxito en el lanzamiento de nuevos productos Ingeniería concurrente												
Constante	0,224 (0,068)	0,351	2,291	0,002	0,265 (0,061)	0,357	4,339	0,000	0,164 (0,120)	0,161	1,372	0,174
R ²	2,652				2,635				3,171			
R ² corregido	(0,227)				(0,217)				(0,457)			
Estadístico F	0,123				0,127				0,026			
Probabilidad de F	0,112				0,121				0,012			
N	10,83				18,82				1,883			
	0,002				0,000				0,174			
	79				131				73			

6. Conclusiones, limitaciones e investigación futura

Este trabajo investiga la relación existente entre el uso de IC y el éxito en los procesos de DNP bajo condiciones de incertidumbre variables, con el fin de contribuir a identificar cuáles son las circunstancias más apropiadas para una aplicación efectiva de esta metodología.

Los resultados obtenidos muestran que las empresas que adoptan prácticas de IC en entornos de reducida o moderada incertidumbre logran reducciones en los tiempos de desarrollo de sus productos, así como una calidad superior de los mismos y, en general, un mayor éxito en el lanzamiento de nuevos productos. Por el contrario, las empresas que adoptan esta metodología en contextos de elevada incertidumbre no obtienen resultados positivos sobre ninguno de los indicadores de éxito del DNP considerados. Estos resultados están en consonancia con la corriente de estudios a este respecto más apoyada y refuerzan la idea de que la IC encuentra serias limitaciones ante condiciones extremas de incertidumbre.

De acuerdo con los argumentos sostenidos por dicha corriente, parece que en tales situaciones, donde los cambios no son previsibles ni pueden mantenerse bajo control, la concurrencia puede generar fuertes problemas de comunicación, integración y re-trabajo que, inevitablemente, conducirán a un reprocesamiento considerable, a una mayor probabilidad de errores, a desbarajustes en la dirección y, en definitiva, a ineficiencias, que acaban convirtiendo los resultados positivos derivados de la IC en resultados negativos o penalizaciones y haciendo que su uso no sea, por tanto, apropiado.

Todos estos resultados tienen una implicación inmediata para la dirección de las empresas innovadoras: la IC no es una «receta» que conduce siempre al éxito. En concreto, entornos de elevada incertidumbre pueden desaconsejar su implantación. Por tanto, los directivos deben ser cautos a la hora de aplicar esta metodología y no caer en el error popular de que más concurrencia es siempre mejor.

En conclusión, esta investigación sugiere que adoptar *a priori* prácticas de IC puede ser demasiado arriesgado. Las empresas deben analizar primero las características del entorno en el que se desenvuelven, para seleccionar, después, el camino más apropiado. Concretamente, bajo condiciones de reducida o moderada incertidumbre, adoptar un camino concurrente parece ser lo más conveniente, sin embargo, si las empresas se enfrentan a elevados grados de incertidumbre, deberían considerar la posibilidad de decantarse por caminos alternativos, sin olvidarse, incluso, del camino tradicional secuencial¹¹.

¹¹ Así, por ejemplo, las empresas pueden decantarse por un camino más «experencial», donde el diseño de los nuevos productos se lleve a cabo a través de iteraciones frecuentes, evaluaciones extensivas y revisiones recurrentes (Einsenhardt y Tabrizi, 1995) o por un modelo más «flexible», basado en frecuentes iteraciones entre conceptos y detalles y moviéndose rápidamente arriba y abajo por la jerarquía organizativa (Iansiti, 1995). Asimismo, se pueden seguir caminos que, basándose en la IC tradicional, han sido mejorados, como los propuestos por Cantamessa y Villa (2000), «primer proceso» e «I+D concurrente», o el propuesto por Mileham *et al.* (2004), denominado «proceso de dirección por atributos».

Adoptando pues un enfoque contingente, esta investigación contribuye a la literatura relativa a la IC ofreciendo nueva evidencia empírica del efecto moderador del tipo de entorno sobre la relación existente entre esta metodología y los resultados del proceso de DNP. Dicha contribución resulta relevante desde el momento en que, para el caso de España, son escasos los estudios que se han centrado en analizar el contexto de innovación más apropiado para adoptar la IC. No obstante, a pesar de su aportación, el estudio presenta varias limitaciones.

En primer lugar, la obtención de información a través del método de la encuesta puede generar dudas acerca de la fiabilidad de los datos proporcionados por el encuestado. En ocasiones, se intenta resolver este problema obteniendo información de más de una fuente (es decir, de más de un encuestado); sin embargo, esta investigación no ha contemplado esa posibilidad, ya que tiene importantes efectos negativos sobre la tasa de respuesta e incrementa significativamente el tiempo y coste para la obtención de datos. A pesar de que el riesgo de sesgo por único encuestado se ha visto atenuado por la obtención de datos ofrecidos por informadores clave (Akgün y Lynn, 2002), puede considerarse una limitación de la presente investigación.

En segundo lugar, es necesario señalar que, a pesar de que la escala utilizada en esta investigación para medir la IC satisface los requisitos de rigor científico exigidos, se trata de una simplificación de una medida original más amplia (Koufteros *et al.*, 2002). Así, algunas de las dimensiones de la IC señaladas a lo largo del trabajo no aparecen recogidas explícitamente en la escala utilizada, pudiendo perder ésta cierto poder explicativo. Teniendo en cuenta, por tanto, que se utiliza una escala que puede que sólo aproxime el uso real de la metodología objeto de investigación por parte de las empresas, debe mostrarse cierta cautela en la interpretación de las conclusiones derivadas de este estudio. Por ello, considerando que la IC es una práctica considerablemente compleja, el empleo de una escala más amplia para medir este concepto en futuras investigaciones, así como la replicación de este estudio, permitiría incrementar la solidez de las conclusiones presentadas.

Por otro lado, la investigación se apoya en medidas de percepción. A pesar de que el uso de medidas subjetivas está ampliamente extendido en la investigación sobre dirección de operaciones y se utiliza frecuentemente en estudios acerca del DNP (Venkatraman y Ramanujan, 1986), los riesgos inherentes a dicha subjetividad no deberían ser despreciados. De este modo, la ausencia de datos objetivos complementando a las medidas subjetivas utilizadas puede considerarse una limitación. No obstante, es necesario tener en cuenta que las empresas son frecuentemente reticentes a ofrecer dichos datos.

En cuarto lugar, la investigación aborda el estudio de diferentes sectores industriales, por lo que puede no eliminar todos los factores externos necesarios para obtener información específica de una determinada industria (Easterby-Smith *et al.*, 1993). No obstante, la razón de realizar un análisis multi-sectorial se justifica por el interés de examinar el DNP en varias industrias y lograr un tamaño muestral que resulte suficiente para la realización de las pruebas estadísticas.

Por último, es necesario señalar que estudios recientes han planteado que el efecto particular de una técnica o herramienta de gestión del DNP puede ver-

se afectado por el nivel de integración de la misma con otras prácticas o herramientas (Griffin, 1997; Dröge *et al.*, 2000) e, incluso, por la secuencia de su implementación (Nijssen *et al.*, 1995). En este sentido, en la medida en que en esta investigación la práctica de IC ha sido analizada de forma aislada, puede considerarse como otra limitación más del estudio.

No obstante, a partir de este trabajo se derivan una serie de líneas de investigación futura que podrán contribuir a subsanar en gran medida esta última limitación. En primer lugar, teniendo en cuenta que la IC probablemente es un claro determinante de la inclusión de los clientes y proveedores en el proceso de DNP, futuros estudios tratarán de medir y considerar dicha inclusión en el modelo. De igual modo, y en segundo lugar, las nuevas tecnologías de la información se han vuelto fundamentales para establecer un vínculo adecuado entre todos los agentes participantes en el proceso de DNP (Tan y Vonderembse, 2006). El uso de estas tecnologías —o su ausencia— podrían condicionar los resultados de la IC, por lo que su análisis también pretende ser incluido en investigación futura. En tercer lugar, se tratará de analizar la influencia del tipo de líder que dirige cada proyecto sobre la efectividad de la aplicación de la IC. Finalmente, ampliando el análisis de factores contingentes, se pretende incluir el tipo de innovación llevado a cabo (radical *versus* incremental) como una nueva variable moderadora del efecto de la IC sobre el éxito del proceso de DNP.

Referencias bibliográficas

- AKGÜN, A. y LYNN, G. (2002), «Antecedents and consequences of team stability on new product development performance», *Journal of Engineering Technology Management*, vol. 19, págs. 263-286.
- AITSAHLIA, F.; JOHNSON, R. y WILL, P. (1995), «Is concurrent engineering always a sensible proposition?», *IEEE Transactions on Engineering Management*, vol. 42, mayo, págs. 166-170.
- ARMSTRONG, J. S. y OVERTON, T. S. (1977), «Estimating nonresponse bias in mail surveys», *Journal of Marketing Research*, vol. 14, págs. 396-402.
- BADRI, M. A.; DAVIS, D. y DAVIS, D. (2000), «Operations strategy, environmental uncertainty and performance: A path analytic model of industries in development countries», *OMEGA, The International Journal of Management Science*, vol. 28, págs. 155-173.
- BAGOZZI, R. P. y YI, Y. (1988), «On the evaluation of structural equation model», *Journal of the Academy of Marketing Science*, vol. 16, primavera, págs. 74-94.
- BAÑEGIL, T. M. y MIRANDA, F. J. (2001), «El tiempo de mercado como factor determinante del éxito de nuevos productos: Mito o realidad», *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa*, vol. 7, págs. 109-122.
- (2002), «Assessing the validity of new product development techniques in Spanish firms», *European Journal of Innovation Management*, vol. 5, núm. 2, págs. 98-106.
- BARBA, E. (2001), *Ingeniería Concurrente. Guía para su Implantación en la Empresa. Diagnóstico y Evaluación*, Ed. Gestión 2000, Barcelona.
- BHUIYAN, N.; GERWIN, D. y THOMSON, V. (2004), «Simulation of the New Product Development Process Performance Improvement», *Management Science*, vol. 50, núm. 12, págs. 1960-1703.

- BHUIYAN, N.; THOMSON, V. y GERWIN, D. (2006), «Implementing concurrent engineering», *Research Technology Management*, enero-febrero, págs. 38-43.
- BLACKBURN, J. D.; HOEDEMAEKER, G. y VAN WASSENHOVE, L. N. (1996), «Concurrent software engineering: Prospects and pitfalls», *IEEE Transactions on Engineering Management*, vol. 43, págs. 179-188.
- BONACCORSI, A. y LIPPARINI, A. (1994), «Strategic partnerships in new product development: An Italian case study», *Journal of Product Innovation Management*, vol. 11, núm. 2, págs. 134-145.
- BOPANA, K. G. y CHON-HUAT, G. (1997), «A hierarchical system of performance measures for concurrent engineering», *Concurrent Engineering: Research and Application*, vol. 5, núm. 2, págs. 137-143.
- BOURGOIS, L. J. y EISENHARDT, K. M. (1988), «Strategic decision processes in Silicon Valley: Four cases in the microcomputer industry», *Management Science*, vol. 34, núm. 7, págs. 816-835.
- BOYLE, T. A.; KUMAR, V. y KUMAR, U. (2005), «Concurrent engineering teams I: Organizational determinants and usage», *Team Performance Management*, vol. 11, núm. 7/8, págs. 263-279.
- (2006), «Concurrent engineering teams II: Performance consequences of usage», *Team Performance Management*, vol. 12, núm. 5/6, págs. 125-137.
- BROOKES, N. J. y BACKHOUSE, C. J. (1998), «Understanding concurrent engineering implementation: A case-study approach», *International Journal of Production Research*, vol. 36, núm. 11, págs. 3035-3054.
- BURNS, T. y STALKER, G. M. (1961), *The Management of Innovation*, Tavistock Publications, Londres.
- CALANTONE, R. J. y DI BENEDETTO, C. A. (2000), «Performance and time to market: Accelerating cycle time with overlapping stages», *IEEE Transactions on Engineering Management*, vol. 47, núm. 2, págs. 232-244.
- CALANTONE, R. J.; GARCÍA, R. y DROGE, C. (2003), «The effect of environmental turbulence on new product development strategy planning», *Journal of Product Innovation Management*, vol. 20, págs. 90-103.
- CANTAMESSA, M. y VILLA, A. (2000), «Product and process design effort allocation in concurrent engineering», *International Journal of Production Research*, vol. 38, núm. 14, págs. 3131-3147.
- CARTER, D. y BAKER, B. (1991), *Concurrent Engineering: The Product Development Environment of the 1990s*, Addison-Wesley Publishing Co., Reading, MA.
- CHAKRAVARTY, A. K. (1995), *Overlapping design and build cycles in product development*, Working paper, A. B. Freeman School of Business, Tulane University, New Orleans, LA.
- CLARK, K. B. (1989), «Project scope and project performance: The effects of parts strategy and supplier involvement on product development», *Management Science*, vol. 35, núm. 10, págs. 1247-1263.
- CLARK, K. B. y FUJIMOTO, T. (1990), «The power of product integrity», *Harvard Business Review*, noviembre-diciembre, págs. 107-118.
- (1991), *Product Development Performance: Strategy, Organization and Management in the World Auto Industry*, Harvard Business School Press, Boston.
- COOPER, R. G. y KLEINSCHMIDT, E. J. (1990), *New Products: The Key Factors in Success*, American Marketing Association, Chicago.
- (1994), «Determinants of timeliness in product development», *Journal of Product Innovation Management*, vol. 11, núm. 5, págs. 381-396.
- CORDERO, R. (1991), «Managing for speed to avoid product obsolescence: A survey of techniques», *Journal of Product Innovation Management*, vol. 8, núm. 4, págs. 289-294.

- CORTI, D. y PORTIOLI-STAUDACHER, A. (2004), «A concurrent engineering approach to selective implementation of alternative processes», *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, vol. 20, págs. 265-280.
- CRAWFORD, C. M. (1992), «The hidden costs of accelerated product development», *Journal of Product Innovation Management*, vol. 9, núm. 3, págs. 188-200.
- CREESE, R. C. y MOORE, T. L. (1990), «Cost modelling for concurrent engineering», *Cost Engineering*, vol. 32, págs. 23-26.
- DATAR, S.; JORDAN, C.; KEKRE, S.; RAJIV, S. y SRINIVASAN, K. (1997), «New product development structures and time-to-market», *Management Science*, vol. 43, núm. 4, págs. 452-464.
- DE MEYER, A. y VAN HOOLAND, B. (1990), «The contribution of manufacturing to shortening design cycle times», *R&D Management*, vol. 20, núm. 3, págs. 229-239.
- DEAN, J. W. y SUSMAN, G. I. (1989), «Organizing for manufacturable design», *Harvard Business Review*, vol. 67, enero-febrero, págs. 28-32.
- DESS, G. G. y BEARD, D. W. (1984), «Dimensions of organizational task environments», *Administrative Science Quarterly*, vol. 29, núm. 1, págs. 52-73.
- DONALDSON, L. (2001), *The Contingency Theory of Organizations*, Sage Publications, London.
- DONNELSON, A. (1993), «Crossfunctional teams in product development: Accommodating the structure to the process», *Journal of Product Innovation Management*, vol. 10, págs. 377-392.
- DORF, R. (2000). *Technology Management Handbook*. Boca Raton: CRC Press LLC.
- DRÖGE, C.; JAYARAM, J. y VICKERY, S. (2000), «The ability to minimize the timing of new product development and introduction: An examination of antecedent factors in the North American automobile supplier industry», *Journal of Product Innovation Management*, vol. 17, núm. 1, págs. 24-40.
- DUNCAN, R. B. (1972), «Characteristics of organizational environments and perceived environmental uncertainty», *Administrative Science Quarterly*, vol. 17, págs. 313-327.
- DURAND, T. (1995), «Concurrent engineering and interfunctional project groups», *International Journal of Technology Management*, vol. 10, núm. 1, págs. 67-78.
- EASTERBY-SMITH, M.; HOFFMAN, H. y CHIN, K. S. (1993), *Management Research*, Ed. Sage, New Jersey.
- EINSENHARDT, K. M. y TABRIZI, B. N. (1995), «Accelerating adaptive processes: Product innovation in the global computer industry», *Administrative Science Quarterly*, vol. 40, págs. 84-110.
- ETTLIE, J. E. (1997), «Integrated design and new product success», *Journal of Operations Management*, vol. 15, págs. 33-55.
- EVERSHEIM, W.; BOCHTLER, W.; GRABLER, R. y KOLSCHIED, W. (1997), «Simultaneous engineering approach to an integrated design and process planning», *European Journal of Operational-Research*, vol. 100, págs. 327-337.
- FERNÁNDEZ, E.; AVELLA, L. y FERNÁNDEZ, M. (2006), *Estrategia de Producción*, 2ª ed. Ed. McGraw-Hill, Madrid.
- FLEISCHER, M. y LIKER, J. K. (1992), «The hidden professionals: Product designers and their impact on design quality», *IEEE Transactions of Engineering Management*, vol. 39, núm. 3, págs. 254-264.
- GAALMAN, J. C.; SLOMP, J. y SURESH, N. C. (1999), «Towards an integration of process planning and production planning and control for flexible manufacturing systems», *International Journal of Flexible Manufacturing Systems*, vol. 11, núm. 1, págs. 5-17.
- GAYNOR, G. H. (1993), *Exploiting Cycle Time in Technology Management*, Ed. McGraw Hill, New York.

- GRIFFIN, A. (1997), «PDMA research on new product development practices: Updating trends and benchmarking best practices», *Journal of Product Innovation Management*, vol. 14, núm. 6, págs. 429-458.
- GRIFFIN, A. y PAGE, A. (1993), «An interim report on measuring product development success and failure», *Journal of Product Innovation Management*, vol. 10, págs. 291-308.
- GUPTA, A. K. y WILEMON, D. L. (1990), «Accelerating the development of technology-based new products», *California Management Review*, vol. 32, núm. 2, págs. 24-44.
- HA, A. y PORTEUS, E. L. (1995), «Optimal timing of reviews in concurrent design for manufacturability», *Management Science*, vol. 41, núm. 9, págs. 1431-1447.
- HABERLE, K.; BURKE, R. y GRAVES, R. (2000), «A note on measuring parallelism in concurrent engineering», *International Journal of Production Research*, vol. 38, núm. 8, págs. 1947-1952.
- HAIR, J.; ANDERSON, R.; TATHAM, R. y BLACK, W. (1999), *Análisis Multivariante*, 5.^a edición, Ed. Prentice Hall, Madrid.
- HANDFIELD, R. B. (1994), «Effects of concurrent engineering on make-to-order products», *IEEE Transactions on Engineering Management*, vol. 41, núm. 4, noviembre, págs. 384-394.
- HANDFIELD, R. B.; RAGATZ, G. L.; PETERSEN, K. J. y MONCZKA, R. M. (1999), «Involving suppliers in new product development», *California Management Review*, vol. 42, núm. 1, págs. 59-82.
- HANSSEN, R. W. (1997), «Reducing delivery times in engineering to-order firms by using the concepts of Concurrent Engineering», *Proceedings of the 4th International Conference on Concurrent Enterprising (ICE'97)*, The University of Nottingham, 8-10 octubre, págs. 495-508.
- HATCH, M. y BADINELLI, R. D. (1999), «A concurrent optimization methodology for concurrent engineering», *IEEE Transactions on Engineering Management*, vol. 46, núm. 1, págs. 72-86.
- 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, núm. 2, págs. 179-191.
- HENKE, J. W.; KRACHENBERG, A. R. y LYONS, T. F. (1993), «Perspective: Cross-functional teams: Good concept, poor implementation!», *Journal of Product Innovation Management*, vol. 10, págs. 216-229.
- HERDER, P. M. y WEIJNEN, M. P. C. (2000), «A concurrent engineering approach to chemical process design», *International Journal of Production Economics*, vol. 64, págs. 311-318.
- HOEDEMAEKER, G. M.; BLACKBURN, J. D. y VAN WASSENHOVE, L. N. (1999), «Limits to concurrency», *Decision Sciences*, vol. 30, núm. 1, págs. 1-18.
- HULL, F.; COLLINS, P. y LIKER, J. (1996), «Composite forms of organization as a strategy for concurrent engineering effectiveness», *IEEE Transactions of Engineering Management*, vol. 43, núm. 2, págs. 133-142.
- IANSITI, M. (1995), «Shooting the rapids: Managing product development in turbulent environments», *California Management Review*, vol. 38, núm. 1, págs. 37-58.
- JASSAWALLA, A. R. y SASHITTAL, H. C. (1998), «An examination of collaboration in high-technology new product development processes», *Journal of Product Innovation Management*, vol. 15, págs. 237-254.
- KAMRANI, A. y VIJAYAN, A. (2006), «A methodology for integrated product development using design and manufacturing templates», *Journal of Manufacturing Technology and Management*, vol. 17, núm. 5, págs. 656-672.

- KANNAPAN, S. M. y MARSHEK, K. M. (1992), «A schema for negotiation between intelligent design agents in concurrent engineering», *IFIP Transactions*, B-4, págs. 1-25.
- KARAGOZOGLU, N. y BROWN, W. B. (1993), «Time-based management of the new product development process», *Journal of Product Innovation Management*, vol. 10, págs. 204-215.
- KOUFTEROS, X.; VONDEREMBESE, M. y DOLL, W. (2001), «Concurrent engineering and its consequences», *Journal of Operations Management*, vol. 19, págs. 97-115.
- (2002), «Integrated product development practices and competitive capabilities: The effects of uncertainty, equivocally, and platform strategy», *Journal of Operations Management*, vol. 20, págs. 331-355.
- KOUFTEROS, X.; VONDEREMBESE, M., JAYARAN, J. (2005). «Internal and external integration for product development: The contingency effects of uncertainty equivocality and platform strategy», *Decision Science*, vol. 36, núm. 1, págs. 97-133.
- KOUFTEROS, X. y MARCOULIDES, G. A. (2006), «Product development practices and performance: A structural equation modeling-based multi-group analysis», *International Journal of Production Economics*, vol. 103, págs. 286-307.
- KRISHNAN, V. S. D. (1996), «Managing the simultaneous execution of coupled phases in concurrent product development», *IEEE Transactions of Engineering Management*, vol. 43, núm. 2, págs. 210-217.
- KRISHNAN, V.; EPPINGER, S. D. y WHITNEY, D. E. (1995), «Iterative overlapping: Accelerating product development by the exchange of preliminary product design information», *Journal Mechanical Design*, vol. 117, págs. 491-498.
- KRISHNAN, V.; EPPINGER, S. D. y WHITNEY, D. E. (1997), «A model-based framework to overlap product development activities», *Management Science*, vol. 43, núm. 4, págs. 437-451.
- KUSIAK, A. (1993), «Concurrent engineering: Models and solution approaches», *IFIP Transactions*, B-11, págs. 27-49.
- KUSIAK, A. y PARK, K. (1990), «Concurrent engineering: Decomposition and scheduling of design activities», *International Journal of Production Research*, vol. 28, núm. 10, págs. 1883-1900.
- LANDEGHEM, R. V. (2000), «Experiences with a concurrent engineering self-assessment tool», *International Journal of Production Economics*, vol. 64, págs. 295-309.
- LAWRENCE, P. R. y LORSCH, J. R. (1967), *Organizational and Environment*, Harvard University Press, Cambridge.
- LAWSON, M. y KARANDIKAR, H. (1994), «A survey of concurrent engineering», *Concurrent Engineering: Research and Applications*, vol. 2, págs. 1-6.
- LEE, D. (1992), «Management of concurrent engineering: Organization concepts and a framework of analysis», *Engineering Management Journal*, vol. 4, núm. 2, págs. 15-25.
- LEHMANN, D. R.; GUPTA, S. y STECKEL, J. H. (1999), *Marketing Research*, Ed. Addison-Wesley, New York.
- LINTON, L.; HALL, D.; HUTCHISON, K.; HOFFMAN, D.; EVANCZUK, E. y SULLIVAN, P. (1991), «First principles of concurrent engineering», *CALS Technical Report 005*, 30 septiembre.
- LOCH, C. H. y TERWIESCH, C. (1998), «Communication and uncertainty in concurrent engineering», *Management Science*, vol. 44, núm. 8, págs. 1032-1048.
- LOCH, C.; STEIN, L. y TERWIESCH, C. (1996), «Measuring development performance in the electronics industry», *Journal of Product Innovation Management*, núm. 13, págs. 3-20.
- MARTÍNEZ, A. y PÉREZ, M. (2003a), «Desarrollo de nuevos productos, contenido tec-

- nológico y cooperación. Industria auxiliar de automoción», *Economía Industrial*, núm. 353, págs. 113-122.
- MARTÍNEZ, A. y PÉREZ, M. (2003b), «Cooperation and ability to minimize the time and cost of new product development within the Spanish automotive supplier industry», *Journal of Product Innovation Management*, vol. 20, núm. 1, págs. 57-69.
- MINGUELA, B. (2002), «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*, núm. 51, págs. 154-171.
- (2004), «Ingeniería simultánea: Influencia de sus principios básicos sobre la reducción del tiempo de desarrollo de un nuevo producto», *Revista Asturiana de Economía-RAE*, núm. 29, págs. 111-134.
- MINGUELA-RATA, B.; SANDULLI, F. D.; LÓPEZ-SÁNCHEZ, J. I. y RODRÍGUEZ-DUARTE, A. (2006), «Effects of multi-functional new product development teams and overlapping approach on development time: an empirical study», *International Journal of Business Environment*, vol. 1, núm. 2, págs. 234-252.
- MIRANDA, F. J. y BAÑEGIL, T. M. (2002), «The effect of new product development techniques on new product success in Spanish firms», *Industrial Marketing Management*, vol. 31, núm.2, págs. 261-271.
- MCDERMOTT, C. M. y O'CONNOR, G. C. (2002), «Managing radical innovation: An overview of emergent strategy issues», *Journal of Product Innovation Management*, vol. 19, núm. 6, págs. 424-438.
- MCKEE, D. (1992), «An organizational learning approach to product innovation», *Journal of Product Innovation Management*, vol. 9, págs. 232-245.
- MILEHAM, A. R.; MORGAN, E. J. y CHATTING, I. (2004), «An attribute management approach to concurrent engineering», *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers Part B Journal of Engineering Manufacture*, vol. 218, núm. 8, págs. 995-1003.
- MILLER, D. (1987), «The structure and environmental correlates of business strategy», *Strategic Management Journal*, vol. 8, págs. 55-76.
- MILLSON, M. R.; RAJ, S. P. y WILEMON, D. (1992), «A survey of major approaches for accelerating new product development», *Journal of Product Innovation Management*, vol. 9, págs. 53-69.
- NIJSEN, E. J.; ARBOUW, R. L. y COMMANDEUR, H. R. (1995), «Accelerating new product development: A preliminary empirical test of a hierarchy of implementation», *Journal of Product Innovation Management*, vol. 10, núm. 2, págs. 99-109.
- PAWAR, K. S. y HAQUE, B. (1998), «Improving the management of operations & activities in product development within concurrent engineering», *Euroma, Operations Management, Future Issues and Competitive Responses*, School of Business Studies University of Dublin Trinity College, Dublin.
- PILLAI, A. S.; JOSHI, A. y RAO, K. S. (2002), «Performance measurement of R&D projects in a multi-project, concurrent engineering environment», *International Journal of Project Management*, vol. 20, págs. 165-177.
- POOLTON, J. y BARCLAY, I. (1998), «New product development from past research to future applications», *Industrial Marketing Management*, vol. 27, núm. 3, págs. 197-212.
- PORTIOLI-STAUDACHER, A. y SINGH, N. A. (1997), «A framework for integration of production management issues and concurrent engineering», *International Journal of Systems Science*, vol. 28, núm. 9, págs. 877-888.
- PRASAD, B. (1996), *Concurrent engineering fundamentals, vol. 1: Integrated products and process organization*, Prentice Hall, NJ.
- RIEDEL, J. y PAWAR, K. S. (1991), «The strategic choice of simultaneous versus

- sequential engineering for the introduction of new products», *International Journal of Technology Management, Special Issue on Manufacturing Strategy*.
- ROSENBLATT, A. y WATSON, G. F. (1991), «Concurrent engineering», *IEEE SPEC-TRUM*, julio, págs. 22-37.
- SCHILLING, M. A. y HILL, C. W. L. (1998), «Managing the new product development process: Strategic imperatives», *Academy of Management Executive*, vol. 12, núm. 3, págs. 67-81.
- SHENAS, D. G. y DERAKHSHAN, S. (1992), «Technological interdependence and company organization: The case of simultaneous engineering in the automobile industry», *International Journal of Vehicle Design*, vol. 13, núm. 5/6, págs. 533-541.
- SPRAGUE, R. A.; SINGH, K. J. y WOOD, R. Y. (1991), «Concurrent engineering in product development», *IEEE Design and Testing of Computers*, vol. 8, págs. 6-13.
- STEENKAMP, J. B. y VAN TRIJP, H. C. M. (1991), «The use of LISREL in validating marketing constructs», *International Journal of Research in Marketing*, vol. 8, págs. 283-299.
- SUSMAN, G. y DEAN, J. (1992), «Development of a model for predicting design for manufacturability effectiveness», en Susman, G. (Ed.), *Integrating Design for Manufacturing for Competitive Advantage*, Oxford University Press, Nueva York, págs. 207-227.
- SYAN, C. S. y MENON, U. (1994), *Computerised Manufacturing Process Planning Systems*, Chapman & Hall, Londres.
- TAN, C. L. y VONDEREMBESE, M. A. (2006), «Mediating effects of computer-aided design usage: From concurrent engineering to product development performance», *Journal of Operations Management*, vol. 24, págs. 494-510.
- TAKEUCHI, H. y NONAKA, I. (1986), «The new product development game», *Harvard Business Review*, núm. 64, págs. 137-146.
- TERWIESCH, C. y LOCH, C. H. (1999), «Measuring the effectiveness of overlapping development activities», *Management Science*, vol. 45, núm. 4, págs. 455-465.
- THOMKE, S. y FUJIMOTO, T. (2000), «The effect of front-loading problem-solving on product development performance», *Journal of Product Innovation Management*, vol. 17, núm. 2, págs. 128-142.
- ULRICH, K.; SARTORIUS, D.; PEARSON, S. y JAKIELA, M. (1993), «Value of time in design-for-manufacturing decision making», *Management Science*, vol. 39, págs. 429-447.
- UMEMOTO, K.; ENDO, A. y MACHACO, M. (2004), «From Sashimi to Zen-in. The evolution of Concurrent Engineering at Fuji Xerox», *Journal of Knowledge Management*, vol. 8, núm. 4, págs. 88-99.
- UTTAL, S. (1987), «Speeding new ideas to market», *Fortune*, vol. 2, marzo, págs. 62-66.
- VALLE, S. (2002), «Factores de éxito del desarrollo de nuevos productos en las empresas industriales españolas», *Economía Industrial*, núm. 347, págs. 173-185.
- VENKATRAMAN, N. y RAMANUJAN, V. (1986), «Measurement of business performance in strategy research: A comparison of approaches», *Academy of Management Review*, vol. 11, págs. 801-814.
- VOSS, C. A.; BLACKMON, K.; HANSON, P. y OAK, B. (1995), «The competitiveness of European manufacturing – A four country study», *Business Strategy Review*, vol. 6, núm. 1, págs. 1-25.
- WARD, P. T. y DURAY, R. (2000), «Manufacturing strategy in context: Environment, competitive strategy and manufacturing strategy», *Journal of Operations Management*, vol. 18, núm. 2, págs. 123-138.
- WARD, P. T.; DURAY, R.; LEONG, G. K. y SUM, C. (1995), «Business environment,

- operations strategy, and performance: An empirical study of Singapore manufacturers», *Journal of Operations Management*, vol. 13, págs. 99-115.
- WHEELWRIGHT, S. C. y CLARK, K. B. (1992), *Revolutionizing Product Development*, Free Press, NY.
- (2000), *Desarrollo de Nuevos Productos. El Papel de la Dirección*, Ed. Cotec, Madrid.
- WINNER, R. I.; PENNELL, J. P.; BERTEND, H. E. y SLUSARCZUK, M. M. G. (1988), «The role of concurrent engineering in weapon system acquisition», *IDA Report R-338*, *Institute for Defence Systems Analysis*, Alexandria, Virginia.
- YASSINE, A. A.; KENNETH, R. C. y FALKENBURG, D. R. (1999), «A decision analytic framework for evaluating concurrent engineering», *IEEE Transactions on Engineering Management*, vol. 46, núm. 2, mayo, págs. 144-157.

ANEXO: CUESTIONARIO

Indique en la siguiente escala su grado de acuerdo o desacuerdo respecto a las siguientes afirmaciones relacionadas con las características del **entorno**: La puntuación 1 representa el total desacuerdo con la afirmación, la puntuación 5 representa el total acuerdo con la afirmación.

	Total desacuerdo			Total acuerdo	
Los gustos y preferencias de los clientes cambian rápidamente	1	2	3	4	5
Las innovaciones en los procesos productivos son muy frecuentes	1	2	3	4	5
Las innovaciones en los productos y/o servicios son muy frecuentes	1	2	3	4	5

Señale el número que más se aproxima al grado de aplicación de cada una de las siguientes actividades o programas relacionados con la **organización para el desarrollo de nuevos productos** (1= no se aplica en la actualidad; 5= grado de aplicación actual muy alto).

	Nulo	Medio	Muy Alto		
Los diseños del producto y el proceso de producción son desarrollados simultáneamente por un grupo de empleados	1	2	3	4	5
Varios departamentos o funciones (I+D, producción, comercialización...) están involucrados desde el principio en el desarrollo de nuevos productos	1	2	3	4	5
Se crean equipos de desarrollo de nuevos productos compuestos por miembros de distintos departamentos o funciones	1	2	3	4	5
Los miembros del equipo de desarrollo de nuevos productos colaboran estrechamente a lo largo de todo el proceso	1	2	3	4	5

Indique para cada una de las medidas de **rendimiento** que se proponen a continuación, el nivel de resultado, fortaleza o ventaja lograda en cada una de ellas en relación con la media del sector (1=Mucho peor que la media, 5=Mucho mejor que la media).

	Mucho peor		Similar	Mucho mejor	
Rapidez en la introducción de nuevos productos	1	2	3	4	5
Desarrollo de productos de elevada funcionalidad y prestaciones	1	2	3	4	5
Éxito en el lanzamiento de nuevos productos	1	2	3	4	5