

# Revisión del Desarrollo de Conceptos en Diseño

## Resumen

Debido a la competencia cada vez más intensa, necesidades más sofisticadas del cliente, a la diversificación y cambios rápidos en la tecnología, la necesidad de diseñar y producir productos que tienen un impacto ambiental mínimo durante su ciclo de vida, hacen del proceso de desarrollo de nuevos productos, (DNP) una actividad vital en las compañías. Tradicionalmente, el DNP consiste de una serie de etapas, que van desde el estudio de mercado, desarrollo de especificaciones y conceptos, diseño detallado, producción y comercialización. Las decisiones que se toman en las primeras etapas de desarrollo del nuevo producto, son las que tienen mayor impacto sobre las etapas posteriores de diseño; sin embargo, hay muy pocos estudios sobre la eficacia de la creación, evaluación y selección de nuevos conceptos. Dicho de otro modo, hay una necesidad de entender mejor cómo conceptuar productos que no solo cumplan con las expectativas del cliente, si no que además, reduzcan el impacto ambiental durante todo su ciclo de vida. Este ensayo, presenta una discusión sobre algunas ideas y métodos más comunes de desarrollo y selección de conceptos de nuevos productos. Se espera que con esta revisión y análisis se adquiera una idea clara de los avances y necesidades del desarrollo de conceptos en el proceso de DNP.

Palabras clave: diseño, producto, procesos, costo, calidad, tiempo, concepto.

## 1.- Introducción

Debido a la intensa competencia, y demandas cada vez más sofisticadas en el mercado, y la diversificación y cambios en la tecnología, han aumentado la importancia del desarrollo de nuevos productos [1], [2], [3]. El DNP o simplemente diseño se entiende como un proceso de creación mediante la cual se emplean técnicas y métodos para inventar productos, procesos o servicios [4]. Tradicionalmente, este proceso de creación consiste de una serie de etapas que van desde el análisis de mercado, desarrollo de especificaciones y conceptos, diseño detallado, producción y comercialización. Estas etapas se ejecutan en forma paralela o concurrente, por tal motivo al DNP, también se le conoce como ingeniería concurrente (IC) o diseño integrado de nuevos productos.

La razón de llevar a cabo estas actividades en paralelo es la necesidad de reducir el tiempo de desarrollo, desarrollar la mejor solución para satisfacer las necesidades del mercado o cliente y reducir el costo del nuevo [5], [6], [7], [8], [9]. El DNP es por consiguiente de vital importancia para mantener la competitividad de cualquier compañía; esto hace que se dedique un gran esfuerzo para reducir el tiempo de desarrollo y mejorar la calidad del producto mediante IC y sus técnicas, como: diseño para la producción y ensamble, diseño para el ambiente y otras técnicas y métodos [10], [11], [12]. El desarrollo conceptual de productos es una de las etapas más importantes del proceso de DNP. Si no se crean nuevos conceptos, los nuevos productos de una compañía son solamente un re-arreglo de generaciones pasadas. Investigadores tanto del sector académico como industrial han realizado grandes esfuerzos para desarrollar e identificar las mejores prácticas; dicho en otras palabras, aquellas actividades, métodos o técnicas que podrían producir resultados favorables en el desarrollo de nuevos productos. Sin embargo, muy poca atención se ha dedicado al desarrollo de conceptos en el proceso de diseño; es por esta razón que este ensayo presenta una discusión sobre el desarrollo de conceptos para nuevos productos. Se espera que con esta discusión y análisis se adquiera una idea clara de los avances y las necesidades de mejorar el proceso de desarrollo de conceptos en el DNP.

## 2.- El Proceso de Desarrollo de Nuevos Productos

Tradicionalmente, el DNP se segmenta en distintas fases que deben ser planeadas y dirigidas rigurosamente. Casi todos los modelos que se presentan en la literatura del DNP o diseño se presentan como una secuencia de fases similares a la propuesta por [13], [14], [15] y [16]. La Figura 1 muestra las fases de un proceso típico de DNP. La concepción y definición clara de objetivos en cada fase del desarrollo es muy importante en cualquier proceso de desarrollo del nuevo producto, proceso o servicio.

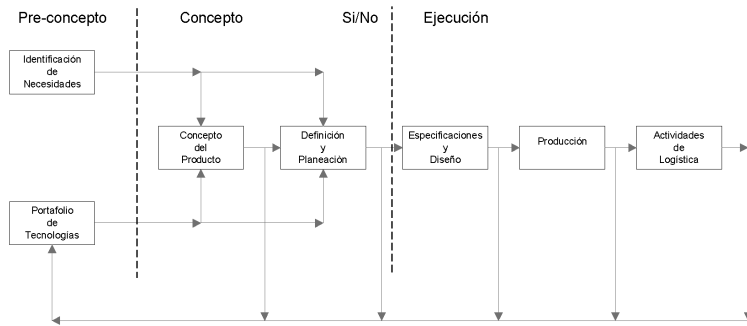


Figura 1 El Proceso de Desarrollo de Nuevos Productos

Como se observa en la Figura 1, el DNP generalmente inicia con una idea y gradualmente progresa o evoluciona a un proceso detallado e implementación. En cada etapa o fase del desarrollo, y con la ayuda de herramientas, métodos y modelos, se agrega información al desarrollo. De acuerdo con [15], [16], la primera etapa, o fase de preconcepto o evaluación estratégica, es una etapa preliminar que identifica oportunidades, tales como, generación de ideas, análisis y planeación estratégicas del mercado, análisis y desarrollo de estrategias tecnológicas, y el desarrollo de planes a largo plazo para todas las líneas o familias de productos. La segunda fase, concepto, inicia el programa específico del nuevo producto mediante la exploración de los requerimientos o necesidades del mercado y el desarrollo de conceptos para el nuevo producto. También, en la segunda fase se evalúa y se selecciona un concepto ganador o menos vulnerable; dicho en otras palabras un concepto que satisface las necesidades del cliente, también incluye la definición de los requerimientos para subsistemas, responsabilidades y el costo de las partes principales del nuevo producto. Las especificaciones técnicas, diseño de detalles, ensayos y validación de prototipos, fabricación o manufactura, comercialización, y actividades de logística aparecen en la fase de ejecución. El cumplimiento de criterios detallados y específicos para cada fase es el método principal para validar la transición exitosa en las distintas fases del DNP.

### Fase de Pre-Concepto o Evaluación Estratégica

Estudios recientes de investigación en DNP, afirman que el desarrollo de nuevos productos es un proceso estratégico debido a su impacto duradero en el crecimiento y desarrollo económico de las compañías. Por consiguiente, las compañías utilizan este proceso como un medio estratégico para expandir su mercado o desarrollar nuevas capacidades. Es

de vital importancia, iniciar la creación del nuevo producto, proceso, o servicio con una evaluación estratégica. En la fase preliminar del DNP, el énfasis es en la identificación de oportunidades, tales como la generación de ideas, análisis y planeación estratégica del mercado, y desarrollo de estrategias tecnológicas y de producto para guiar y dar dirección a las fases subsecuentes [17], [16]. Estas actividades preliminares, se llevan a cabo para la formulación de estrategias a largo plazo, tales como el grado de innovación del producto y del segmento del mercado de la compañía. Unas de las razones por lo que las compañías podrían decidir desarrollar nuevos productos son como cambios incrementales para satisfacer segmentos de mercado existentes, o crear un nuevo concepto para introducirlo a un nuevo mercado.

El análisis y planeación estratégica del mercado, consisten en determinar qué productos se ofrecerán al mercado, quienes serán los clientes, es decir definir el segmento de mercado, cómo se distribuirán los productos y determinar las características distintivas del nuevo concepto, que harán que el cliente prefiera los nuevos productos. Para lograr los objetivos de esta actividad, se deben identificar las tendencias, amenazas y oportunidades en el mercado de la compañía mediante la obtención de información acerca del cliente, proveedores, competencia, regulaciones y otros aspectos relevantes al desarrollo del nuevo producto. En el caso de una innovación significativa, un análisis exploratorio del mercado sería necesario para entender mejor el mercado y así poder evaluar la demanda potencial por el nuevo producto [18]. Bowen et al. [19], afirma que las actividades llevadas a cabo en la etapa preliminar del proceso del DNP consisten principalmente en la comprensión o entendimiento de la estrategia del negocio de la compañía, de la estrategia del proyecto y del producto. Esto es debido a que cada nuevo proyecto de desarrollo de nuevo producto tiene diferentes incertidumbres que imponen demandas diferentes en la capacidad, en actividades de logística, comercialización etc. de la compañía y que deben de ser consideradas lo más pronto que sea posible en el diseño del nuevo producto.

### Fase de Desarrollo de Ideas

Una vez que se ha identificado la oportunidad de desarrollo de un nuevo producto, la etapa de desarrollo de concepto se concentra y requiere que el equipo de diseño

defina correctamente el nuevo producto [20], [21], [15], [16]. Entre las actividades claves que se tienen que llevar a cabo son: declarar y evaluar el concepto del nuevo producto, identificar las necesidades del cliente; es decir, determinar qué es lo que el cliente desea y que es lo que espera encontrar en el nuevo producto, y analizar productos de la competencia. El equipo de diseño, también conduce análisis de las posibles tecnologías que se integrarán en el nuevo producto y la integración de las estrategias de mercado con las estrategias tecnológicas y de negocio de la compañía. Detalles del desarrollo, evaluación y selección de conceptos se presentan en la sección 3.

### Definición del Producto y Planeación

En esta fase del DNP, el equipo de diseño desarrolla varios conceptos para el nuevo producto antes de evaluar y seleccionar un concepto ganador que será diseñado en detalle y posteriormente fabricado. De acuerdo con [15] y [16], hay dos actividades principales que se llevan a cabo y que son: la definición del producto y planeación del proyecto. Por otro lado, [20] y [21] dicen que la definición del producto consiste de dos etapas: la creación de la definición del producto y la administración del proceso de definición. Las especificaciones del nuevo producto, se definen en la etapa de creación; para definir las, se requiere un total entendimiento de las necesidades del cliente, de los productos de la competencia, y riesgos tecnológicos; así como el conocimiento de oportunidades, planes de negocio de la compañía y aspectos legales. Bacon et al, [21], afirman que para crear una definición de producto robusta, el proceso de creación requiere de información de las diferentes áreas funcionales de la compañía, tales como, investigación y desarrollo, mercadotecnia, manufactura etc. El proceso de creación, ayuda al equipo de diseño a definir y seleccionar las características, funciones, segmento de mercado y establecer prioridades de diseño del nuevo producto.

El resultado final del proceso de definición incluye: parámetros descriptivos que cubren el segmento del mercado y los medios para lograr satisfacer las necesidades del mercado, costo del producto, funcionalidad del producto, y características físicas. También se incluyen las tecnologías que serán integradas al nuevo diseño, asignación de recursos para controlar y dirigir el DNP. Sin embargo, no se incluyen especificaciones detalladas para el nuevo producto; estas especificaciones se desarrollan en la etapa de diseño de

detalles, como se muestra en la Figura 1.

La administración del proceso de creación por otro lado, consiste en controlar y dirigir el proceso de definición del nuevo producto; el principal objetivo de la administración del proceso de definición es balancear los aspectos conflictivos, tales como definición del nuevo producto, requerimientos del cliente, restricciones tecnológicas, recursos y costo. En la sección 3, se presenta una discusión detallada en el desarrollo de conceptos.

### Fase de Implementación o Ejecución

Como se observa en la Figura 1, la etapa de ejecución del proceso de DNP consiste de las siguientes actividades: diseño de detalles, desarrollo, ensayo y evaluación de prototipos, manufactura y actividades de logística, tales como empaque, distribución, uso y fin de uso. En el desarrollo del concepto del nuevo producto, los requerimientos de diseño identificados en la fase de preconcepto y en la fase de concepto se transforman en el concepto del nuevo producto. En la fase de diseño de detalles del nuevo producto, el nuevo concepto en forma de especificaciones técnicas, se convierte en atributos y funciones para cada componente del nuevo producto y así se puedan diseñar y fabricar de una manera independiente en fases posteriores [22], [23]. Uno de los propósitos del diseño de detalles es investigar posibles procesos para implementar el nuevo concepto con sus componentes que conformaran la arquitectura total del producto. Esto quiere decir que la arquitectura total del nuevo producto no solamente determina qué componentes son requeridos, y además, el diseño mismo de las interfaces mediante los cuales cada componente interactúa con otros. Es importante enfatizar que las especificaciones son de vital importancia para el diseño de la arquitectura total del nuevo producto, ya que permiten que cada componente sea diseñado de una manera separada y después ser integrado en la arquitectura del producto como un todo. El resultado final del proceso de diseño de detalles son documentos y dibujos que describen en detalle cada componente del nuevo producto y esto se utilizará para planear la producción y procesos para la fabricación y ensamble del nuevo producto.

Antes de que se asignen recursos para iniciar la producción del nuevo producto, el diseño es probado y validado para asegurar que el nuevo diseño cumple con los requerimientos de funcionalidad y otros atributos tal como se

ha planeado [24], [25]. Las pruebas consisten en construir prototipos para productos que se ensamblan, operaciones piloto para procesos, o desarrollar alguna simulación para servicios. La idea de realizar pruebas es medir cuantitativamente la funcionalidad, comparar esta funcionalidad con la esperada y mejorar el diseño de tal manera que cumpla con las expectativas del cliente. Una vez que el nuevo diseño ha sido probado y validado en el mercado, la compañía inicia la planeación de la producción y de procesos para el nuevo producto. En esta fase, se adquieren y se instalan equipos, instalaciones físicas se arreglan o se construyen; se contratan y se capacitan a operadores y personal en general.

### 3.- Desarrollo de Conceptos

El proceso de DNP ha llegado a ser muy complejo. No solo los medios para reducir el costo, tiempo de mercado y el mejoramiento de la calidad del producto son difíciles; además existen otros factores tales como: legislaciones de gobierno para reducir el impacto ambiental del ciclo de vida del producto, procesos y la preferencia del cliente de productos ambientalmente buenos lo hacen aún más complejo. Ahora, los diseñadores son forzados a diseñar productos de alta calidad a costos muy bajos y productos de bajo impacto ambiental para mantener la posición de sus compañías en mercados muy competitivos.

Por consiguiente, el DNP es una actividad central y estratégica en cualquier compañía manufacturera; es un proceso de altos riesgos y vulnerable a fallas. Muchas compañías han realizado grandes esfuerzos para desarrollar e identificar las mejores prácticas; es decir, aquellas actividades o métodos y técnicas que podrían producir resultados favorables en la búsqueda de mejores soluciones para satisfacer las necesidades de sus clientes [26], [27], [28]. Las compañías están aprendiendo a considerar todos los requerimientos o necesidades de las diferentes fases del ciclo de vida del producto, proceso o servicio en las fases estratégicas del DNP [8].

Es bien sabido que las decisiones que se toman en las primeras fases del proceso de DNP tienen un impacto muy importante en características claves del nuevo producto, tales como costo, funcionalidad, calidad y fiabilidad [29], [30], [31] y [32]. Esta opinión es reforzada por Parker [3], quien dice que esto significa trabajar más en las primeras etapas del DNP cuando es fácil de influir en el cliente, los cambios

en el diseño son más fáciles, el costo de los cambios es bajo, y la dirección del proyecto es más viable y factible. Dicho en otras palabras, es mucho más fácil corregir desviaciones en las especificaciones del producto en las primeras etapas que en las etapas posteriores. La importancia de las primeras etapas, es vital para tomar decisiones con respecto a los atributos del nuevo producto, como son calidad, funcionalidad, reciclamiento, re-uso, desensamblable, entre otros. Si la meta de una compañía, es desarrollar un producto altamente competitivo, entonces especial atención se debe considerar en la fase de desarrollo de conceptos del nuevo producto.

#### Vulnerabilidad de Conceptos de Nuevos Productos

La parte medular del DNP, es la creación de conceptos del nuevo producto, proceso o servicio. Si no se crean nuevos conceptos, los nuevos productos de una compañía son solamente un re-arreglo de generaciones pasadas. Mucho se ha escrito acerca del desarrollo conceptual en el proceso del DNP; se ha aceptado que la generación sistemática de conceptos, la generación de alternativas que satisfacen las especificaciones del nuevo producto (PDS), es esencial para una evolución exitosa del producto. Sin embargo, podría suceder que en algunas industrias, un verdadero desarrollo conceptual ya no es necesario o posible. En realidad, ciertos productos como automóviles, podría decirse que son conceptualmente estáticos [34]. En veinte años, los automóviles probablemente seguirán consistiendo de cuatro llantas, un motor, un sistema de transmisión y de frenos; los diseñadores de automóviles no tienen otra opción de concepto. El concepto de automóvil se asume como tal y las especificaciones se escriben bajo ésta consideración.

Uno de los problemas más difíciles, sensibles y críticos en el desarrollo de nuevos productos, tanto en el sector educativo como en el industrial, es la evaluación y selección del mejor concepto o concepto menos vulnerable y con el cual proseguir las actividades de diseño de detalles y ultimadamente su fabricación. Algunos investigadores, [33], afirman que en el desarrollo conceptual se debe de evitar la vulnerabilidad de los conceptos y que ésta vulnerabilidad, se debe a la falta de un método de decisión eficaz para la selección del concepto; selección por definición significa la creación y selección del mejor concepto. La efectividad del método debe demostrarse con la reducción de la vulnerabilidad del concepto del nuevo producto.

De acuerdo con Pugh, [33], hay dos maneras en que se puede manifestar la debilidad del desarrollo conceptual. La primera, se refiere a la debilidad del concepto seleccionado debido a la ineficacia del método utilizado, por lo que no importa la cantidad de tiempo y atención que se dedique al diseño de detalles, esto no bastaría para corregir o mejorar el concepto. Segunda, cuando el concepto seleccionado es el mejor, pero las razones por las que fue seleccionado son desconocidas o no conocidas por el diseñador. En otras palabras, el concepto seleccionado es muy fuerte y es la mejor alternativa que puede satisfacer las restricciones de diseño, pero debido a la falta de un método eficaz para su evaluación y selección, la alternativa seleccionada no se puede defender y/o debatir con argumentos técnicos lógicos. El primer caso es puramente débil y el segundo puramente fuerte, pero debido a la falta de un método eficaz que asista al diseñador en la evaluación y selección del mejor concepto, lo hace débil. Debido a estas razones, Pugh [33], sugiere un método que se conoce como convergencia-divergencia, como se muestra en la Figura 2.

Se debe de enfatizar que es imposible desarrollar y evaluar todas las posibles soluciones a un problema en particular. Para poder reducir la posibilidad de una selección inadecuada del concepto, es esencial desarrollar y evaluar los conceptos de una manera progresiva y disciplinada. El método de convergencia-divergencia, consiste primero, en desarrollar las especificaciones que serán utilizados para el desarrollo y evaluación de los conceptos. Posteriormente, se desarrollan varios conceptos que serán juzgados con las especificaciones; con este proceso se eliminan aquellos conceptos que presentan problemas en satisfacer los criterios de diseño. Como se observa en la Figura 2, el proceso de desarrollar, evaluar y eliminar conceptos es repetitivo hasta lograr la selección de un concepto que mejor cumpla con las expectativas del cliente.

Otros investigadores como [24], sugieren que antes de iniciar la fase de desarrollo conceptual, prime-ramente, hay tres pasos fundamentales en el desarrollo conceptual:

- obtener la voz del cliente en el contexto de la estrategia del producto
- desarrollar, evaluar y seleccionar el nuevo concepto (incluyendo tecnologías)
- desarrollar especificaciones de detalles que satisfagan al cliente y a la estrategia de la compañía.

En [23], proponen un método llamado ingeniería del concepto, el cual es un proceso estructurado que posee técnicas para tomar decisiones para el desarrollo de conceptos de productos y solo se puede usar por equipos de diseño en un ambiente de ingeniería concurrente. Este método, es iterativo entre el nivel de reflexión y el nivel de experiencia, de tal manera que permite a los miembros del equipo de diseño entender mejor qué es lo más importante para el cliente y por qué es importante, cómo será medido y cómo se considerará en el desarrollo del concepto del nuevo producto. Este proceso consiste de cinco etapas; la primera etapa consiste en elaborar planes para explorar e investigar el contexto real del cliente. Mientras que en la segunda etapa consiste en transformar lo que se ha entendido del ambiente del cliente en un grupo pequeño de requerimientos, que a veces se le conoce como la voz del cliente. En la tercera etapa, los requerimientos del cliente se traducen en parámetros técnicos de una manera clara, y concisa. La transición del contexto del

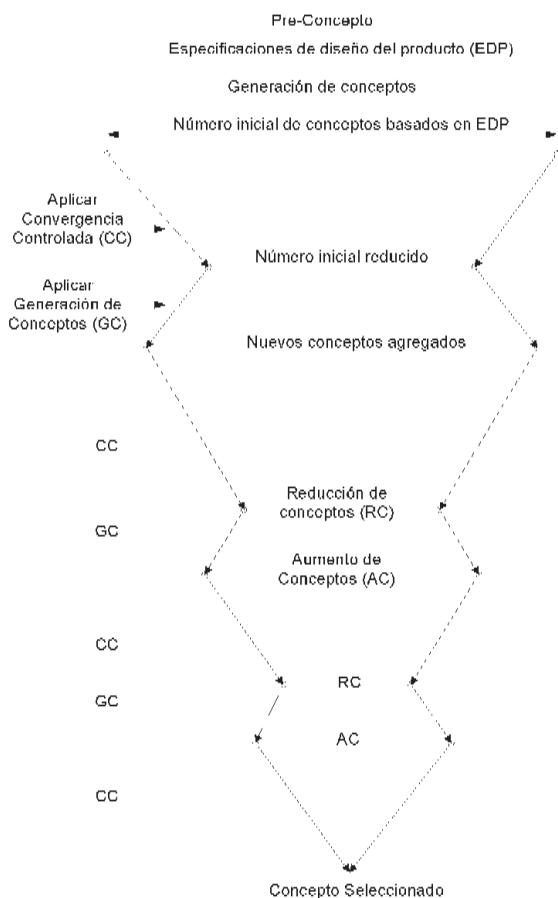



Figura 2 Proceso convergente-divergente para seleccionar un concepto dominante

problema al contexto de generación de ideas o alternativas de solución se da en la cuarta etapa. Finalmente, en la etapa de selección de concepto, el equipo de diseño selecciona un concepto que será utilizado para las etapas posteriores de diseño. Los miembros del equipo de diseño en forma individual y colectiva buscan ayuda de expertos, realizando experimentos en laboratorios mediante un proceso iterativo similar al método de Pugh; de la combinación y mejora de las soluciones iniciales se logra reducir el número de soluciones a un número mínimo. Estos conceptos, se evalúan otra vez, usando los requerimientos del cliente, definidos en la etapa uno, y contra las restricciones de la compañía y es así como se logra seleccionar un concepto dominante.

## 4.- Conclusiones

En este ensayo, se han expuesto las características más relevantes de los métodos comúnmente usados en la industria para desarrollar, evaluar y seleccionar conceptos de nuevos productos. Se ha puesto principal énfasis en la vulnerabilidad del desarrollo conceptual y se mencionó que ésta se debe a la falta de un método eficaz que permita evaluar y seleccionar un concepto que cumpla con las expectativas del mercado. Se discutió también, las fases fundamentales del desarrollo de nuevos productos, incluyendo la relevancia de las primeras etapas de desarrollo. Es claro que el objetivo de éste ensayo ha sido un estudio exploratorio, para obtener una conocimiento mas detallado y avanzado del desarrollo conceptual de productos. Es importante mencionar que es necesario realizar un estudio y análisis más profundo, para identificar o desarrollar técnicas y métodos para la generación, evaluación y selección de conceptos dominantes; es decir, conceptos menos vulnerables; conceptos que cumplen con las expectativas del cliente y que tienen un impacto ambiental reducido en todo su ciclo de vida

## Referencias

1. FUJIMOTO, T.  
1993 "Information Asset Map and Cumulative Concept Translation in Product Development", Design Management Journal, Fall 1993, pp. 34-42.
2. TÖPFER, A.  
1995 "New Products-Cutting the Time to Market", Long Range Planning, Vol. 28, No. 2, pp. 61-78.
3. PARKER, A.  
1997 "Engineering is not Enough", Manufacturing Engineering, December, pp. 267-271.
4. OWEN, C. L.  
1993 "A Critical Role for Design Technology", Design Management Journal, Spring, pp. 10-18.
5. EATON, R. J.  
1987 "Product Planning in a Rapidly Changing World", International Journal of Technology Management, 2, (2), pp. 183-189.
6. LORENZ, C.  
1991 "Team Based Engineering at DEERE", McKinsey Quarterly, (4), pp. 81-93.
7. KRAUSE, F. L., KIMURA, F., KJELLBERG, T., AND LU, S. C. Y.   
1993 "Product Modelling", Annals of the CIRP, Vol. 42/2/1993. pp. 695-706.
8. DIMANDESCU, D., AND DWENGER, K.  
1996 World-Class New Product Development, American Management Association AMACOM, 1996.
9. HARUTUNIAN, V., NORDLUND, M., TATE, D., AND SUH, N. P.  
1996 "Decision Making and Software Tools for Product Development Based on Axiomatic Design Theory", Annals of the CIRP, Vol. 45/1/1996. pp. 135-139
10. NEVINS, J. L. AND WHITNEY, D. E.  
1989 Concurrent Design of Products and Processes: A Strategy for the Next Generation in Manufacturing, McGraw-Hill, New York, 1989
11. SMITH, P. G., AND REINERTSEN, D. G.  
1991 Developing Products in Half the time, Van Nostrand Reinhold, New York, 1991.
12. SANTOS-REYES, D. AND LAWLOR-WRIGHT, T.  
2001 "A Design For the Environment to Support an Environmental Management System", International Journal of Integrated Manufacturing Systems, MCB

University Press, 12/5, pp. 323-332

13. URBAN, G. L., AND HAUSER, J. R.  
1980 Design and Marketing of New Products, Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall, 1980.
14. BOOZ, A., AND HAMILTON  
1982 New Product Management for the 80s, Booz-Allen and Hamilton, New York
15. KHURANA, A., AND ROSENTHAL, S. R.,  
1997 "Integrating the Fuzzy Front End of New Product Development", Sloan Management Review, Winter 1997, pp. 103-121
16. KHURANA, A., AND ROSENTHAL, S. R.  
1998 "Towards Holistic Front Ends in New Product Development", Journal of Product Innovation Management, Vol. 15, pp. 57-74
17. HAX, A., AND MAJLUL, N.  
1991 The Strategy Concept and Process: A Pragmatic Approach, Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ
18. KINNEAR, T. C., AND TAYLOR, J. R.  
1991 Marketing Research: An applied Approach, McGraw Hill Co., New York, NY
19. BOWEN, H. K., CLARK, K. B., HOLLOWAY, C. A., AND WHEELWRIGHT, S. C.  
1994 Development Projects: The Engine of Renewal», Harvard Business Review, Sept-Oct., pp. 110-120.
20. BECKMAN, S. L., AND MOWERY D.  
1993 "Getting the Right Products to Market: A Study of Product Definition in the Electronics Industry", Design Management Journal, Spring 1993, pp. 54-61
21. BACON G., BECKMAN S., MOWERY D., AND WILSON, E.,  
1994 "Managing Product Definition in High-Technology Industries: A Pilot Study", California Management Review, Spring 1994, pp. 32-56
22. ULRICH, K. T., AND EPPINGER, S. D.  
1995 Product Design and Development, McGraw Hill Co., New York, NY
23. BURCHILL, GARY AND FINE, CHARLES, H.  
1997 "Time Versus Market Orientation in Product concept Development: empirically-Based theory Generation", Management Science Science / Vol. 43, April, pp. 465-479
24. CLAUSING, D.  
1992 "Timed to Perfection", Manufacturing Breakthrough, January/February, pp. 35-39.
25. ASHLEY, S.  
1991 "Rapid Prototyping Systems", Mechanical Engineering, April, pp. 35-43
26. OAKLEY, M. H.  
1984 "Managing Product Design", Weidenfeld and Nicolson, London
27. SOUNDER, W. E.  
1988 "Managing Relations Between R&D and Marketing in New Product Development Projects", Journal of Product Innovation Management, 5 (1998)
28. SONG, X. M., AND PARRY, M. E.  
1992 "The R&D Marketing Interface in Japanese High Technology Firms", Journal of Product Innovation Management, 9 (1992)
29. DOWLATSHAHI, S.  
1992 "Product Design in a Concurrent Engineering Environment: an Optimisation Approach», The International Journal of Production Research, 30 (8), pp. 1803-1818
30. DOWLATSHAHI, S.  
(1994) «A Morphological Approach to Product Design in a Concurrent Engineering Environment», The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, No. 9, pp. 324-332

31. DOWLATSHAHI, S.  
1994b "A Comparison of Approaches to Concurrent Engineering", *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, No. 9, pp. 106-113
32. BAYLISS, D. C., AKUESON R., PARKING R., AND KNIGHT, J. A. G.  
1995 "Concurrent Engineering Philosophy Implemented Using Computer Optimised Design", *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers*, Vol. 209, pp. 193-199
33. PUGH, S.  
1981 "Concept Selection: A Method That Works», *Proceedings of the International Conference on Engineering Design, Rome:ICED, 1981*, pp. 497-506
34. PUGH, S.  
1983 "The Application of CAD in Relation to Dynamic/Static Product Concepts", *Proceedings of ICED'83*,

Copenhagen: ICED, vol. 2, pp. 564-571

Santos-Reyes, D. E.  
Márquez M. M.  
Mendoza J. A.  
Ingeniería Industrial, Universidad  
Tecnológica de la Mixteca.