



Diseño del producto

Presentación del capítulo

- 3.1 Estrategias para la introducción de nuevos productos
- 3.2 Proceso de desarrollo de nuevos productos
- 3.3 Diseño interfuncional de productos
- 3.4 Colaboración de la cadena de suministro
- 3.5 Implantación de la función de calidad
- 3.6 Análisis del valor
- 3.7 Diseño modular
- 3.8 Aspectos y términos clave

Usted decida

Ejercicios por internet

Preguntas de análisis

Bibliografía

El desarrollo de nuevos productos constituye una parte esencial para los negocios, ya que éstos proporcionan oportunidades de crecimiento y una ventaja competitiva para una empresa. De manera creciente, existe un desafío para introducir nuevos productos con más rapidez sin sacrificar la calidad; por ejemplo, los productores mundiales de automóviles pueden introducir ahora el diseño de un nuevo vehículo en dos años, en tanto que eso solía requerir cuatro. Las computadoras personales tienen un ciclo de vida muy corto, algunas veces menor a un año.

El diseño de nuevos productos afecta mucho las operaciones, puesto que especifica los productos que se elaborarán; es un prerrequisito para que ocurra la producción; al mismo tiempo, los procesos y artículos existentes pueden restringir la tecnología disponible para la nueva mercancía. Así, los nuevos productos se deben definir no sólo teniendo en mente al mercado, sino al proceso de producción que se usará para elaborarlos.

El diseño del producto se refiere a un producto físico manufacturado o a un servicio. En este capítulo, subrayaremos el desarrollo del producto en términos de productos manufacturados; en el capítulo 5 ampliamos la exposición a productos que son servicios.

Las decisiones de productos afectan cada una de las cuatro áreas de toma de decisiones operativas; por lo tanto, las decisiones de productos deben estar estrechamente coordinadas con las operaciones para asegurar que éstas se integren con el desarrollo del producto. A través de una cooperación cercana entre operaciones, mercadotecnia y otras funciones, puede integrarse el diseño del producto con las decisiones relacionadas con el proceso, la calidad, la capacidad y el inventario. Dejar de coordinar el diseño del producto y las operaciones puede tener resultados desastrosos; por ejemplo, un análisis realizado por Nissan Motor Company indicó que se usaban 6 000 cinturones de seguridad distintos en la producción de sus automóviles. Nissan se ha fijado como meta reducir esa cantidad a la mitad y, posteriormente, otro 50% hasta alcanzar un punto económico.



Liderazgo operativo El proceso de desarrollo del producto de Ford

El proceso de desarrollo del producto es la manera en la que la visión de Ford se vuelve realidad, y la forma en la que las necesidades sociales se alinean y se adecuan a través de un diseño y una ingeniería innovadoras.

Un automóvil es el producto más complejo que la mayoría de las personas llegan a poseer. Un auto común, para una familia mediana, está integrado por más de 20 000 partes individuales que incluyen 600 subsistemas o componentes principales. En un vehículo común, se usan por lo menos 73 materiales diferentes, incluyendo 24 distintos tipos de plásticos.

El proceso para el diseño y la producción de un vehículo moderno es, asimismo, complejo. Empieza con insumos de información de tres fuentes principales:

- La estrategia y las metas de Ford en cuanto al desempeño y al liderazgo.

Ford Motor Company,

na, está integrado por más de 20 000

- La investigación de mercado.
- Los enfoques técnicos de investigación y desarrollo para una variedad de retos ambientales, de seguridad y de desempeño.

Para el logro de sus metas, Ford invierte casi 7 000 millones de dólares anuales en investigación y desarrollo. El proceso de desarrollo del producto, en sí mismo, está cambiando de modo significativo. El comercio electrónico revolucionará el ordenamiento, el abastecimiento y los procesos de manufactura. A principios del año 2000, Ford anunció una asociación con General Motors y DaimlerChrysler la cual creó un solo ámbito de mercado electrónico para las tres compañías —un intercambio integrado de proveedores de negocio a negocio a través de un solo portal de tipo global—. Dicho proyecto creó el ámbito de mercado virtual más grande del mundo.

Fuente: Página web de Ford: www.ford.com, 2002.

El diseño del producto se desprende del desarrollo de una estrategia de negocios que incluirá una proposición de valor que defina el mercado meta, la diferenciación del producto y la razón por la cual el cliente debería comprar dicho producto. Éste es el punto de partida para el diseño de un nuevo producto. Tales diseños de nuevos productos reflejan la estrategia del negocio que debe ajustarse para adaptarse a los diseños de nuevos productos. Vea el cuadro de Liderazgo operativo acerca de Ford Motor Company donde se expone la relación entre la estrategia y el desarrollo de nuevos productos.

3.1 ESTRATEGIAS PARA LA INTRODUCCIÓN DE NUEVOS PRODUCTOS

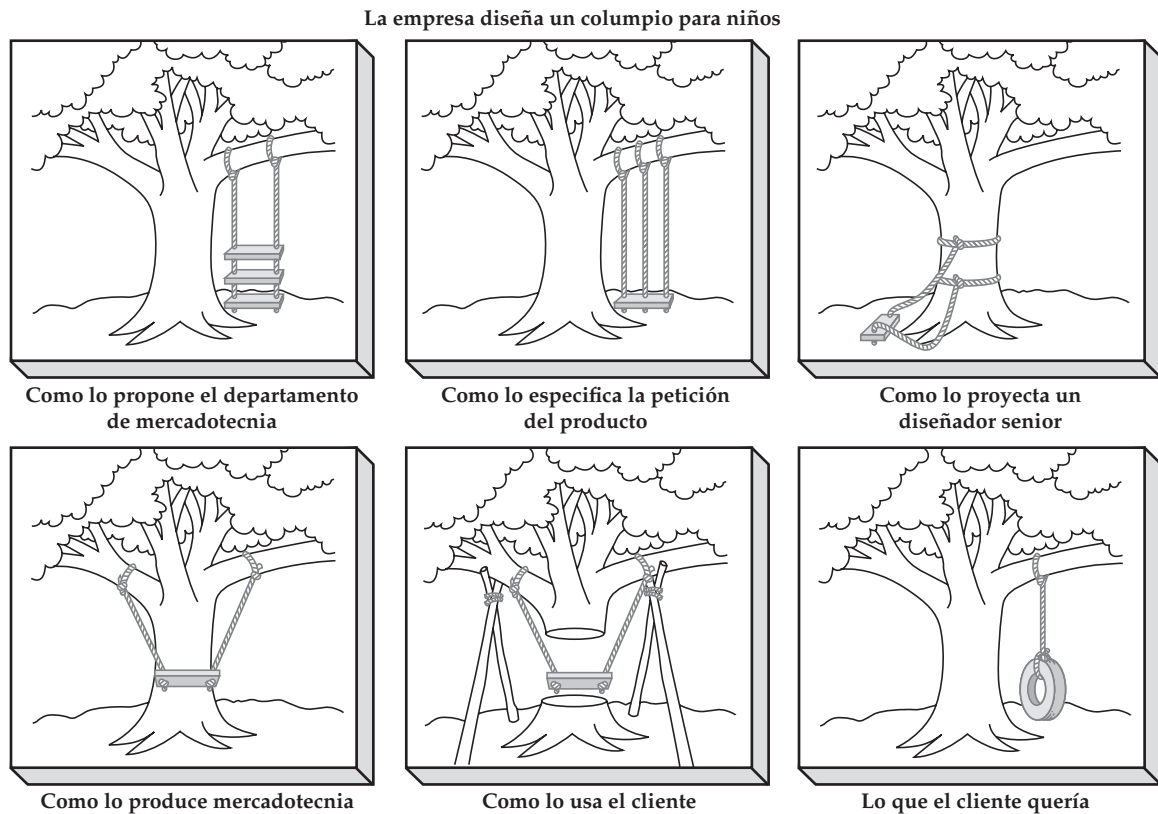
Existen tres formas muy distintas de introducir nuevos productos; estos enfoques se denominan: basado en el mercado, impulso de la tecnología e interfuncional.

Basado en el mercado. De acuerdo con esta perspectiva, el mercado es la base principal para determinar los productos que debería elaborar una empresa, con poca consideración de la tecnología existente. Una organización debe producir lo que puede vender. Se establecen las necesidades de los clientes y, posteriormente, la compañía organiza los recursos y los procesos que se requieren para abastecer al cliente. El mercado “jala” los productos que habrán de elaborarse.

Impulso de la tecnología. En esta perspectiva, la tecnología es el componente fundamental de los productos que la empresa debería elaborar, con poca consideración del mercado. La organización debe perseguir una ventaja basada en la tecnología por medio del desarrollo de tecnologías y productos superiores. De este modo, los productos son “impulsados” hacia el mercado, y el trabajo de mercadotecnia es crear una demanda para esos productos superiores. Ya que los productos poseen una tecnología superior, tendrán una ventaja natural en el mercado y los clientes querrán comprarlos.

Perspectiva interfuncional. Esta perspectiva sostiene que el producto no sólo debe ajustarse a las necesidades del mercado, sino que, además, debe tener una ventaja técnica. Para lograrlo, todas las funciones (por ejemplo, mercadotecnia, ingeniería, operaciones y finanzas) deben cooperar en el diseño de los nuevos productos que requiere la



FIGURA 3.1 Falta de cooperación en el diseño de un columpio.

empresa. Con frecuencia, ello se hace a través de la formación de equipos interfuncionales que sean responsables del desarrollo de un nuevo producto; ésta es la más atractiva de las tres perspectivas, pero también la más difícil de implantar. A menudo, la rivalidad y las fricciones a un nivel interfuncional deben superarse para conseguir el grado de cooperación indispensable para que un desarrollo interfuncional de productos tenga éxito. Si verdaderamente puede implantarse, generalmente, el enfoque interfuncional producirá los mejores resultados lo cual es un aspecto que enfatizamos en la parte restante de este capítulo. La falta de cooperación interfuncional se ilustra en la figura 3.1.

3.2 PROCESO DE DESARROLLO DE NUEVOS PRODUCTOS

La mayoría de las empresas tienen un proceso organizado de desarrollo de nuevos productos (NPD, *new-product development*) que sigue fases específicas o pasos prescritos. Estas fases pueden definirse formalmente en los documentos de la compañía y requieren de firmas de aprobación por parte de la alta dirección entre las fases. El propósito de tal proceso es obtener el control del desarrollo de productos y asegurar que el equipo NPD trate todos los aspectos de importancia. La certificación ISO 9000 demanda que se establezca un proceso NPD definido por escrito y que sea seguido por la compañía en el desarrollo de sus productos.¹

¹ ISO significa "International Organization for Standardization", la Organización Internacional de Estándares. ISO 9000 es a su vez un estándar que se aplica al desarrollo de nuevos productos y a la producción para asegurarse de que se diseñen y se manufacturen productos de calidad. El estándar ISO 9000 requiere que la compañía defina y use un manual de procedimientos para el desarrollo de nuevos productos. Para mayores informes acerca del ISO 9000, consulte el capítulo 8.

Las fases características que siguen las organizaciones en el desarrollo de nuevos productos son el desarrollo del concepto, el diseño del producto y la producción/prueba piloto. Los nombres de estas fases y el número de las mismas pueden variar de una compañía a otra, pero existe una gran cantidad de similitudes entre los distintos enfoques que se utilizan.

Desarrollo del concepto

Esta fase se relaciona con la generación de la idea y la evaluación de opciones alternativas para un nuevo artículo. Durante esta fase, de ordinario, se generan y se evalúan varios conceptos de productos. El producto físico aún no se diseña; en lugar de ello, se consideran diferentes enfoques para definir y para satisfacer la necesidad de mercado y la compañía selecciona el mejor. Cuando General Mills diseña un nuevo cereal, debe iniciar con el desarrollo del concepto. ¿Utilizará el nuevo cereal trigo, avena, maíz, salvado, o una combinación de éstos? ¿Cuál presentación será atractiva para el mercado (hojuelas, panecillos, aros)?, ¿se le añadirá azúcar y vitaminas al nuevo cereal?

Entre los varios diseños conceptuales que se hayan considerado y evaluado, uno de ellos se seleccionará para la siguiente fase de desarrollo de productos. Por lo general, la decisión de proceder a la fase de diseño del producto requiere de la aprobación de la alta dirección. En ese momento, se establece un equipo interfuncional, si no es que ya exista uno, para diseñar los nuevos productos.

Diseño del producto

Esta fase se relaciona con el diseño físico del nuevo producto. Al inicio, la empresa tiene una idea general de cuál será el nuevo producto, aunque no los detalles específicos. Al final de la fase de diseño del producto, la compañía posee un conjunto de especificaciones del producto y de los planos de ingeniería (o imágenes de computadora) explicados con suficiente detalle, lo cual hace posible que puedan construirse y probarse prototipos de producción.

El diseño del producto requiere la consideración de un gran número de negociaciones y evaluaciones entre el costo del producto, la calidad (características) y el programa. Los ingenieros serán asignados a trabajar sobre las diversas partes del proyecto y, a medida que lo hagan, tomarán decisiones que, en última instancia, afectarán el costo del producto, su calidad (características) y su programa para la introducción. Es fácil entender por qué las áreas de mercadotecnia, de operaciones y de finanzas/contabilidad también deben estar involucradas con la ingeniería durante esta fase, de tal modo que puedan hacerse las concesiones apropiadas entre ventajas y desventajas para el mayor beneficio de toda la empresa.

Es probable que el área de ingeniería emplee un programa de cómputo para diseñar el producto y para simular su operación antes de que se elabore. Ello ayudará a asegurarse de que el producto funcione cuando se haya producido. Por lo regular, se utilizan prototipos virtuales, los cuales se diseñan y se prueban dentro de una computadora con el fin de acelerar y simplificar las tareas del diseño de ingeniería. Asimismo, se aplican sistemas de diseño asistido por computadora (CAD)(*Computer-aided design*) para visualizar el producto en una pantalla de computadora y, en algunos casos, para eliminar la necesidad de planos, borradores o bocetos. Al final de esta fase, las imágenes y las bases de datos computarizadas se transmiten a producción como una base para la producción piloto. En el ejemplo anterior de cereales, la fase del diseño del producto especificará la receta exacta para elaborar el cereal, incluyendo las cantidades de todos los ingredientes y los métodos para la elaboración del mismo (métodos de mezclado, temperatura para el horneado, etcétera).

El **diseño del proceso** debe ocurrir de manera simultánea al del diseño del producto. Manufactura no debe esperar hasta que se concrete el diseño final antes de que empiece el diseño del proceso. Como regla, es mejor si el diseño del proceso se efectúa en paralelo con el del producto, de tal forma que puedan hacerse cambios en éste que faciliten el proceso de producción antes de aprobar el diseño del producto. También, es recomendable que los diseñadores del producto cuenten con alguna experiencia de manufactura para que estén enterados de las alternativas de proceso disponibles y de las dificultades de los diseños que pueden conducir a procesos de producción deficientes. La figura 3.2 muestra la mane-



ra en la que el diseño del proceso debe proceder en paralelo con el diseño del producto.

Asimismo, los servicios requieren de un diseño del producto y del proceso; sin embargo, en el contexto de los servicios, el producto puede ser, de hecho, el proceso. Por ejemplo, se lanzó al mercado una nueva tarjeta de débito que proporciona una cierta cantidad de minutos de larga distancia gratuitos por cada uso de la tarjeta que incluya compras de 10 o más dólares. Esta tarjeta, la cual se lanzó por TCF Financial Corporation, requirió un cambio de proceso para darle seguimiento a los créditos telefónicos para el cliente y asignarle esos créditos a su cuenta telefónica. En este caso, el producto fue relativamente fácil de diseñar, pero el cambio del proceso fue más complejo.



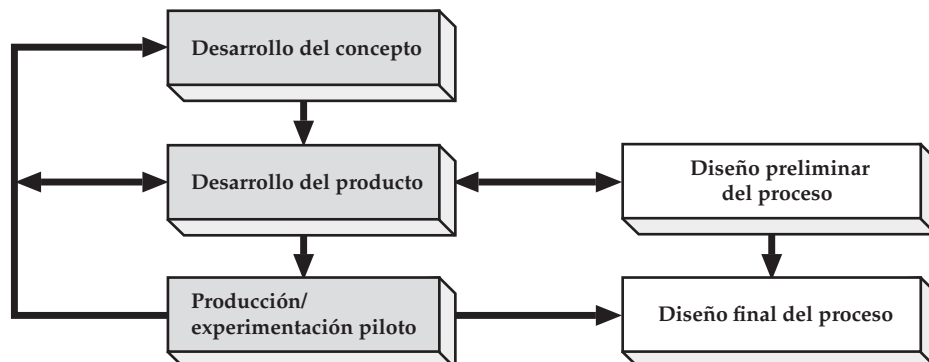
Éste es un sistema CAD que se emplea para el diseño de un producto.

Experimentación/producción piloto

Los proyectos complejos requieren una experimentación de los **prototipos de producción** antes de que se elaboren; por ejemplo: en el diseño de una nueva computadora portátil, varias unidades se construyen como prototipos y se prueba su capacidad para satisfacer las especificaciones del producto. Esto puede incluir pruebas de los componentes físicos de la computadora así como del *software* y pruebas de confiabilidad del tiempo de vida de la computadora. Se realizan ensayos de producción y de experimentación similares en el caso de los aviones, automóviles, cereales y muchos otros productos nuevos. En algunos casos, el producto preliminar se fabrica en un volumen suficiente para ser comercializado en calidad de prueba. La elaboración de pruebas piloto del diseño del cereal que se describió anteriormente requiere de la producción de muestras y empaques del cereal con propósito de pruebas para el consumidor (prototipos). Se integrará un panel de consumidores para probar el cereal y decidir si les gusta o no. Además, puede usarse un mercado de prueba en una ciudad para probar el cereal en una escala más grande antes de que se lance la producción a escala total.

Durante esta fase, se finaliza el proceso de producción. Ya que el diseño del producto se aproxima a su conclusión, el proceso puede diseñarse con grandes detalles y puede probarse su capacidad para elaborar el artículo diseñado. Deben tomarse en cuenta las modificaciones del proceso y del producto para que el primero se optimice antes de iniciar la producción a escala total y el lanzamiento al mercado. Para facilitar la producción a escala total, debe integrarse un **paquete de información** que no sólo contenga las especificaciones del producto, sino las del diseño del proceso, los procedimientos de capacitación para los operadores y los resultados de las pruebas; ello facilitará la transición desde el diseño hasta la producción.

FIGURA 3.2
Proceso del diseño de nuevos productos.



3.3 DISEÑO INTERFUNCIONAL DE PRODUCTOS

Con frecuencia, el proceso de desarrollo de nuevos productos adolece de **problemas de alineación**. Independientemente de qué tan excelente sea la planeación anticipada o la tecnología, la falta de alineación entre el diseño del producto y las operaciones puede presentarse. La falta de alineación puede ocurrir en la tecnología, la infraestructura y los sistemas de remuneración (Leonard-Barton, 1998).

La falta de alineación de la tecnología se presenta cuando un producto diseñado por ingeniería no puede ser hecho por el área de operaciones. Ello sucede cuando las tecnologías son nuevas o cuando no han sido probadas o no han sido bien entendidas. El área de operaciones puede tener una estructura que esté mal alineada con el nuevo producto en términos de habilidades de la mano de obra, sistemas de control, aseguramiento de la calidad y organización. Finalmente, los sistemas de remuneración pueden reforzar el uso de la tecnología actual en lugar de los nuevos procesos necesarios.

Trabajo en equipo. Los equipos de diseño de producto abarcan todas las funciones en el proceso simultáneo de diseño de productos.



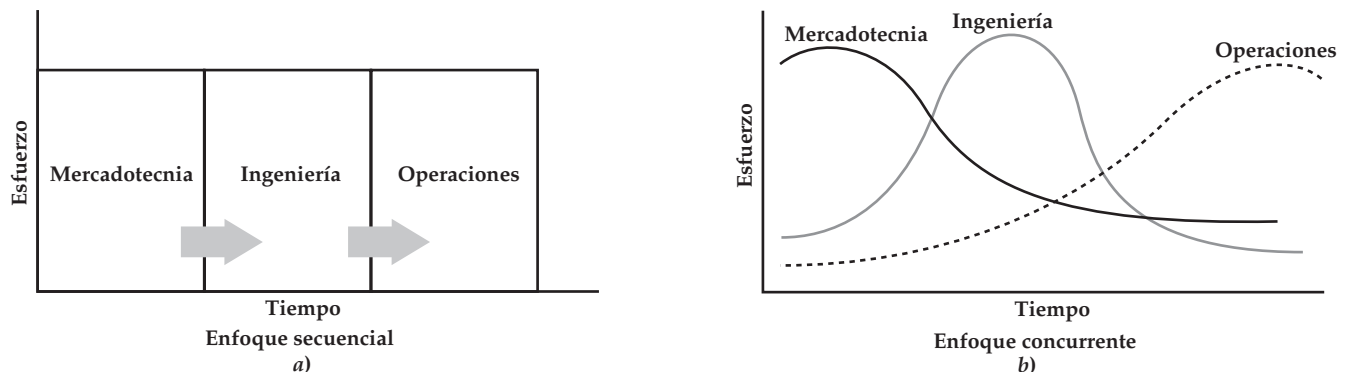
Para superar tales problemas en el desarrollo de la tecnología, se ha sugerido un enfoque concurrente de mercadotecnia, ingeniería y producción. El enfoque tradicional procede en etapas o pasos, como se muestra en el inciso *a)* de la figura 3.3. Se ha supuesto que la tecnología será transferida en etapas, como una transferencia, entre mercadotecnia, ingeniería y operaciones. Éste es un **proceso secuencial**, en donde cada función completa su trabajo antes de que comience el siguiente.



La figura 3.3*b)* ilustra un proceso de desarrollo simultáneo, denominado también **ingeniería concurrente**. Todas las funciones están involucradas desde el principio, frecuentemente mediante la formación de un equipo de desarrollo de nuevos productos, tan pronto como se inicie el desarrollo del concepto. En la primera etapa, mercadotecnia tiene el esfuerzo mayor, pero otras funciones también desempeñan un papel. Durante la fase de diseño del producto, mercadotecnia reduce su esfuerzo, pero no por completo, mientras que ingeniería posee el papel principal. Por último, el área de operaciones toma la delantera a medida que el nuevo producto es probado y lanzado al mercado.

El enfoque tradicional es más parecido a una carrera de relevos, pero el enfoque concurrente es como un juego de *rugby*. En una carrera de relevos, cada corredor recoge la estafeta de relevo para una porción de la carrera. En el fútbol, todo el equipo corre conjuntamente por el campo, empujando y arremetiendo en grupo, para adelantar la pelota hacia la meta.

FIGURA 3.3 Enfoque secuencial y enfoque concurrente.





En el National Center for Disease Control Institute for Occupational Safety and Health, se utilizaron técnicas concurrentes de ingeniería. El equipo concurrente de desarrollo de productos revolucionó el proceso de certificación nacional para los inhaladores industriales que se usaban para proteger a los trabajadores en ambientes peligrosos. El equipo interfuncional aseguró que las transferencias entre las funciones ocurrieran en forma rápida y fluida. Como resultado, el equipo mejoró los procedimientos para acelerar la certificación y para asegurar inhaladores de mejor calidad, incrementando, con ello, la seguridad de los trabajadores.

La ingeniería concurrente tiene varios beneficios. De acuerdo con un estudio reciente, el tiempo del proyecto de diseño ha disminuido 30% y el rediseño del producto se ha reducido a la mitad. Un administrador de ingeniería del producto de una compañía de tamaño mediano de equipos de distribución de aire ha dicho: "La ingeniería concurrente nos ha capacitado para hacer más en menos tiempo con recursos limitados".²

3.4 COLABORACIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO

Del mismo modo que la colaboración interna es importante, también lo es la colaboración externa con los proveedores y los clientes de la cadena de suministro. Aunque, por lo regular, en el desarrollo de nuevos productos se establecen relaciones con clientes y proveedores, la colaboración es algo distinto, ya que requiere de una participación real en el proceso de diseño.

La **colaboración** con los clientes se refiere a la utilización de sus conocimientos y de su pericia para diseñar productos que ellos estén dispuestos a comprar; ésta puede asumir muchas formas distintas, incluyendo las siguientes:

- Plantear a los clientes las preguntas correctas. ¿Qué podemos hacer para ayudarlo a hacer su vida más fácil o más productiva?
- La alineación de incentivos para que los clientes compartan sus conocimientos con el equipo de diseño. Los incentivos podrían incluir mercancías, gratificaciones monetarias y un primer acceso a nuevos diseños.
- La creación de una plataforma tecnológica participativa para compartir información. Esto puede asumir muchas modalidades, incluyendo redes de computadoras o programas de cómputo que hagan posible la colaboración; por ejemplo, National Semiconductor creó un *software* que le permite a los clientes diseñar circuitos mediante el uso de los productos de National Semiconductor.
- La inclusión de clientes como consejeros del equipo de diseño.

Para colaborar con los clientes, P&G (*Procter & Gamble*) generó el programa denominado P&G Advisor; éste permite a los consumidores contribuir al desarrollo del producto probando nuevos artículos y aportando una rápida realimentación sobre los diseños.

Aunque la colaboración con los clientes proporciona beneficios, implica un cambio de actitud que va desde el control del diseño hasta el trabajo en asociación con ellos, lo cual requiere una disposición mental distinta; por ejemplo, los diseñadores no les pueden simplemente preguntar a los clientes qué es lo que quieren o necesitan, ya que éstos no siempre lo saben. Un enfoque más sofisticado estriba en observar a los consumidores que utilizan los productos actuales para detectar limitaciones o preguntarles qué es lo que hacen para alcanzar los resultados que buscan. Por otro lado, los miembros del equipo de diseño deben preguntarse a sí mismos qué hacen los clientes que ellos pueden hacer mejor; cuando ellos trabajan con los consumidores de un modo participativo, los diseños de nuevos productos mejoran.

El segundo aspecto de la colaboración de la cadena de suministro radica en trabajar con los proveedores. Ya que, con frecuencia, los materiales comprados implican más de 50% del costo de los bienes vendidos, los proveedores deben colaborar para diseñar el pro-

² Página web www.scpdnet.org.

Liderazgo operativo Los proveedores diseñan baterías para automóviles híbridos

Se consideraron 27 productores de baterías antes de que General Motors concediera el desarrollo a dos proveedores de baterías: Continental Automotive de Alemania, la cual obtiene sus baterías A123 de Watertown, Massachusetts, y Compact Power, una unidad de Michigan de un productor



de baterías coreano. Estos dos proveedores están desarrollando las baterías en colaboración con General Motors, que a su vez prueban los prototipos. Los ingenieros de General Motors simulan las condiciones de la vida real obteniendo de ellas, de manera repetitiva, energía y haciendo pruebas de resistencia de las baterías con vibraciones, cambios de temperatura y condiciones extremas.

Sólo el tiempo dirá si las nuevas baterías satisfarán las especificaciones de diseño para el Chevy Volt, un automóvil híbrido que ha sido diseñado para recorrer 40 millas (64 kilómetros) con una sola carga.

Toyota y sus proveedores están desarrollando tecnologías alternativas de baterías. Toyota, el líder de automóviles híbridos, está asumiendo un enfoque más conservador y está usando un tipo distinto de baterías de iones de litio. Qué tecnología sea la mejor es un aspecto que será definido no sólo por los productores de vehículos, sino por sus proveedores y, en última instancia, por el cliente.

Fuente: Adaptado de Joann Muller y Andy Stone, "Jump Start", *Forbes*, 7 de abril de 2008, pp. 68-70.

ducto. Esto es fundamental cuando el producto involucra nuevas tecnologías en las que la compañía es inexperta.

Puede solicitarse a los proveedores que se unan al equipo de desarrollo de nuevos productos o que proporcionen insumos en puntos fundamentales del proceso del diseño. Su papel es ofrecer mejoramientos en el diseño o enfoques alternativos que potencien su habilidad. Cuando se considera que un proveedor es un colaborador potencial, deben tenerse en cuenta los siguientes criterios:

- *Conocimientos técnicos:* ¿el proveedor tiene conocimientos técnicos que la compañía no posee?
- *Potencial:* ¿el proveedor puede alcanzar metas en cuanto a costo, calidad y desempeño del producto?
- *Capacidad:* ¿el proveedor puede cumplir con el programa de desarrollo de productos y el comienzo de la producción?
- *Riesgo bajo:* ¿cuál es el riesgo de que el proveedor no tenga un desempeño como el que se esperaba?

Ciertos estudios han demostrado que, a través de la colaboración del proveedor, el desempeño general mejora de 10 a 20% en costos, tiempo, calidad y desempeño del producto. Pero, ¿debería tomarse en cuenta a todos los proveedores para propósitos de colaboración? No, es mejor incluir sólo a aquellos que sean críticos para el diseño y que tengan algo que ofrecerle al proceso. Un ejemplo de un apoyo de un proveedor destacado es el diseño de la batería para los nuevos automóviles híbridos, como se expone en el cuadro de Liderazgo operativo. Cuando existe colaboración con los proveedores y clientes importantes de la cadena de suministro, el proceso del diseño mejora mucho.

3.5 IMPLANTACIÓN DE LA FUNCIÓN DE CALIDAD

El proceso de desarrollo de nuevos productos se ve apoyado por muchas herramientas y técnicas distintas, algunas de las cuales se cubren en la parte restante de este capítulo.

La **implantación de la función de calidad (QFD, quality function deployment)** es una herramienta para vincular los requisitos del cliente como éstos son definidos por él mismo con las especificaciones técnicas. La implantación de la función de la calidad es de gran utilidad para traducir el lenguaje ordinario que se obtiene de los consumidores en requisitos técnicos que entiendan los ingenieros. Asimismo, facilita la cooperación interfuncional entre mercadotecnia, ingeniería y manufactura.

La implantación de la función de la calidad se utilizó por primera vez en 1972 en el astillero Mitsubishi en Japón. De ahí se esparció a Toyota y a ciertas compañías estadounidenses. En la actualidad, muchas compañías en el mundo están usando la implantación de la función de la calidad en industrias como automóviles, electrónica, aparatos para el hogar y servicios. Se ha descubierto que la implantación de la función de la calidad es de mucha utilidad como una herramienta para comunicaciones y ayuda a garantizar que todos los requisitos de los clientes se estén considerando y que no se haya olvidado nada.

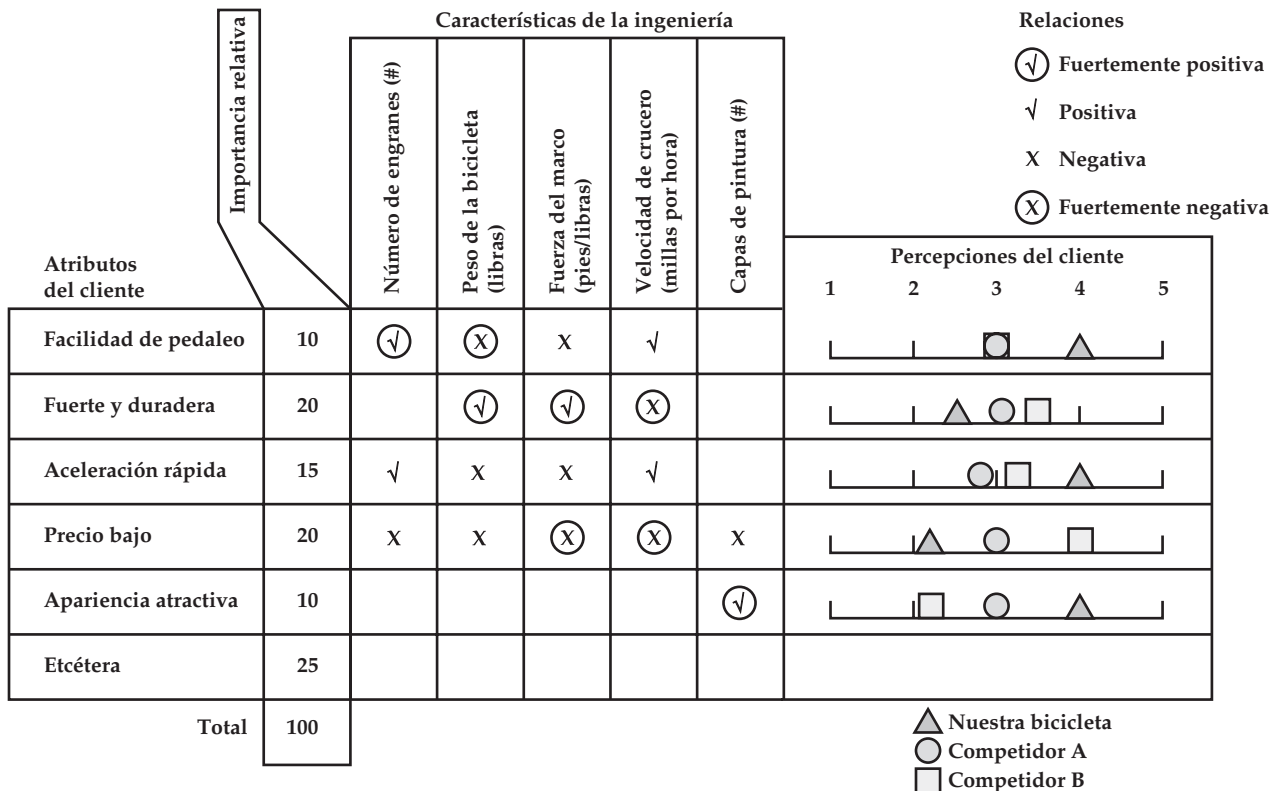
Cuando la implantación de la función de la calidad se emplea, la empresa identifica diversos atributos de los clientes. Cada uno de dichos atributos puede satisfacerse por medio de una o más características de ingeniería del producto. Mediante la utilización de la matriz que se muestra en la figura 3.4, los atributos del cliente en el lado izquierdo pueden relacionarse con las características de ingeniería de la parte superior. Cuando esta matriz, primeramente popularizada por Hauser and Clausing (1988), se completa, se le denomina **la casa de la calidad**.

La casa de la calidad que se ilustra en la figura 3.4 será explicada con cierto detalle usando como ejemplo una bicicleta. Lo resolveremos procediendo un paso a la vez y empezando con los atributos del cliente.

Atributos del cliente

Los atributos del cliente (CAs, *customer attributes*) que aparecen en el lado izquierdo de la matriz de la figura 3.4 representan la voz del cliente. Dichos atributos se determinan a través de una investigación de mercado en conjunción con los clientes potenciales de

FIGURA 3.4 Matriz de relación.





Su bicicleta puede diseñarse usando la QFD.

la bicicleta para definir los atributos principales del producto. Por consiguiente, debe establecerse un mercado meta de modo que puedan contactarse los tipos de clientes apropiados. Suponga, en este caso, que la bicicleta se diseña para un mercado muy específico: los estudiantes universitarios la utilizan en un campus. Éstos deberán ser entrevistados o interrogados para determinar lo que consideran como características o peculiaridades importantes de una bicicleta. Asumamos que a los estudiantes les gustaría una bicicleta que sea fácil de pedalear, fuerte y duradera, que tenga una rápida aceleración, con un precio bajo y que posea una apariencia atractiva. Observe que tales atributos del cliente no son muy específicos en este momento y necesitan una mayor definición por parte del proceso de la implantación de la función de la calidad.

En este momento, añadiremos algunas cosas más a la casa de la calidad. Después de que se han enlistado los atributos del cliente en el lado izquierdo de la matriz, son evaluados por ellos mismos en cuanto a su importancia relativa hasta sumar 100 puntos. Esto se presenta en la columna de la chimenea de la casa de la calidad en la figura 3.4. En el lado derecho de la matriz, se exhibe una comparación de la bicicleta actual de la compañía con las ofertas de la competencia en términos de cada uno de los atributos del cliente.

Características de ingeniería

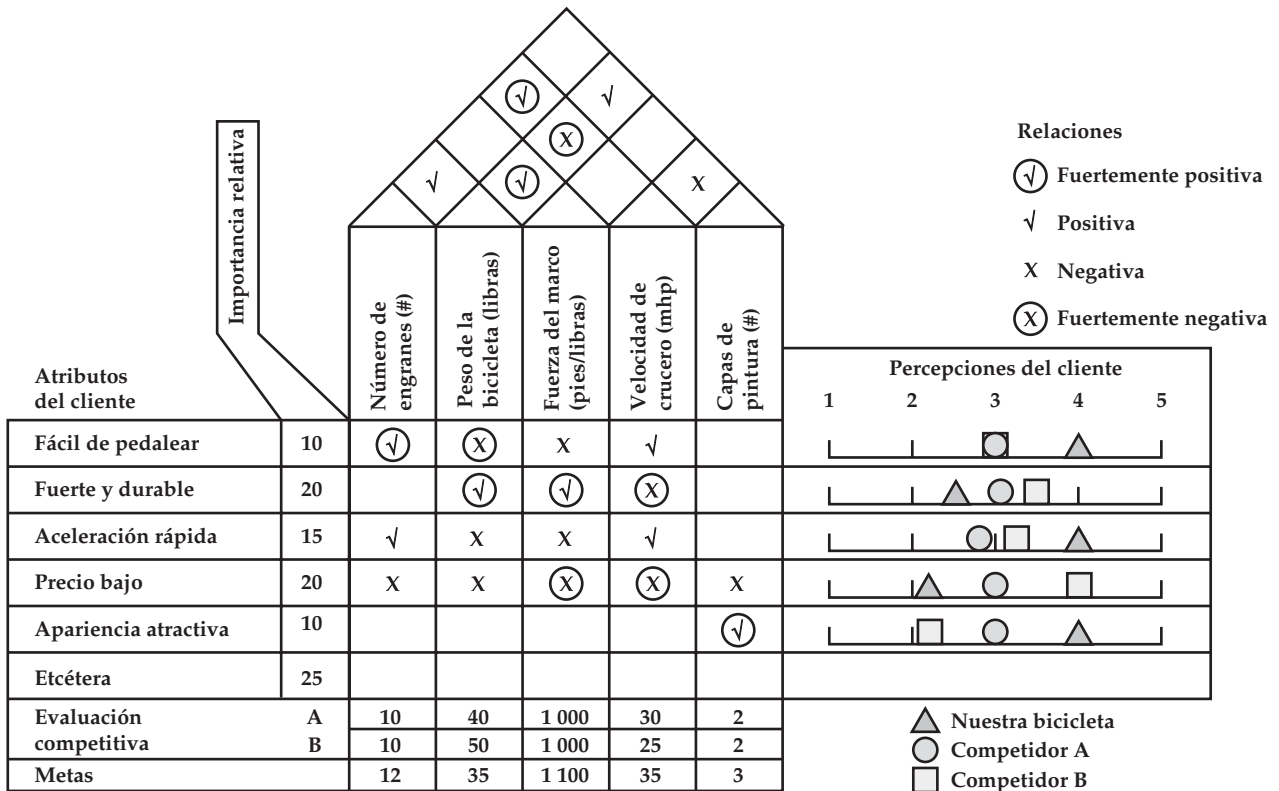
El siguiente paso en la implantación de la función de la calidad consiste en traducir los atributos del cliente en características de ingeniería (ECs, *engineering characteristics*). Esto se hace pensando cómo puede satisfacerse cada uno de los atributos del consumidor a través del diseño de la nueva bicicleta. Las características de ingeniería deben ser mensurables y específicas y están íntimamente ligadas a las especificaciones del diseño final del producto.

Para el diseño de la bicicleta, algunas de las características de ingeniería podrían ser el número de engranes, el peso de la bicicleta en libras, la resistencia o fuerza del marco, la velocidad de crucero y el número de capas de pintura sobre el marco. Estas características se han colocado en la parte superior de la matriz de la figura 3.4 y, posteriormente, se asocian con cada uno de los atributos del cliente; por ejemplo, el atributo del cliente fácil de pedalear se relaciona fuertemente con el número de engranes de la bicicleta. En general, entre más engranes haya, más fácil será pedalear la bicicleta en diferentes condiciones y situaciones. También, la característica fácil de pedalear está inversamente vinculada con el peso de la bicicleta. Se han puesto varios símbolos en la matriz (consulte la figura 3.4 para ver las claves) para indicar la naturaleza de la relación entre cada atributo del cliente en particular y las características de ingeniería. Ello puede realizarse por medio de la conducción de pruebas de ingeniería o con el uso de relaciones entendidas en términos generales.

A continuación, vamos a la figura 3.5, la cual añade un techo a la casa de la calidad. El techo muestra cómo se relacionan entre sí las características de ingeniería. Esto hace posible estudiar a cualquiera de las **concesiones** que pueden requerirse entre una característica de ingeniería y otra; por ejemplo, observamos que el peso de la bicicleta afectará de una manera negativa a su velocidad de crucero. Además, el número de capas de pintura tendrá un efecto positivo moderado sobre el peso de la bicicleta.

Por último, en la parte inferior de la matriz de la figura 3.5, hemos indicado el valor de cada una de las características de ingeniería logradas por las bicicletas de los competidores. También mostramos un **valor fijado como meta**, el cual hemos establecido para el diseño de nuestra nueva bicicleta; dicho valor está determinado por la importancia de diversos atributos del cliente, las conexiones con las características de ingeniería y el desempeño deseado para la nueva bicicleta en relación con las de los competidores. El resultado final de la casa de la calidad es una traducción de los atributos del cliente en valores fijados como meta para las características de ingeniería que aparecen en la parte superior de la matriz.

FIGURA 3.5 Casa de la calidad.



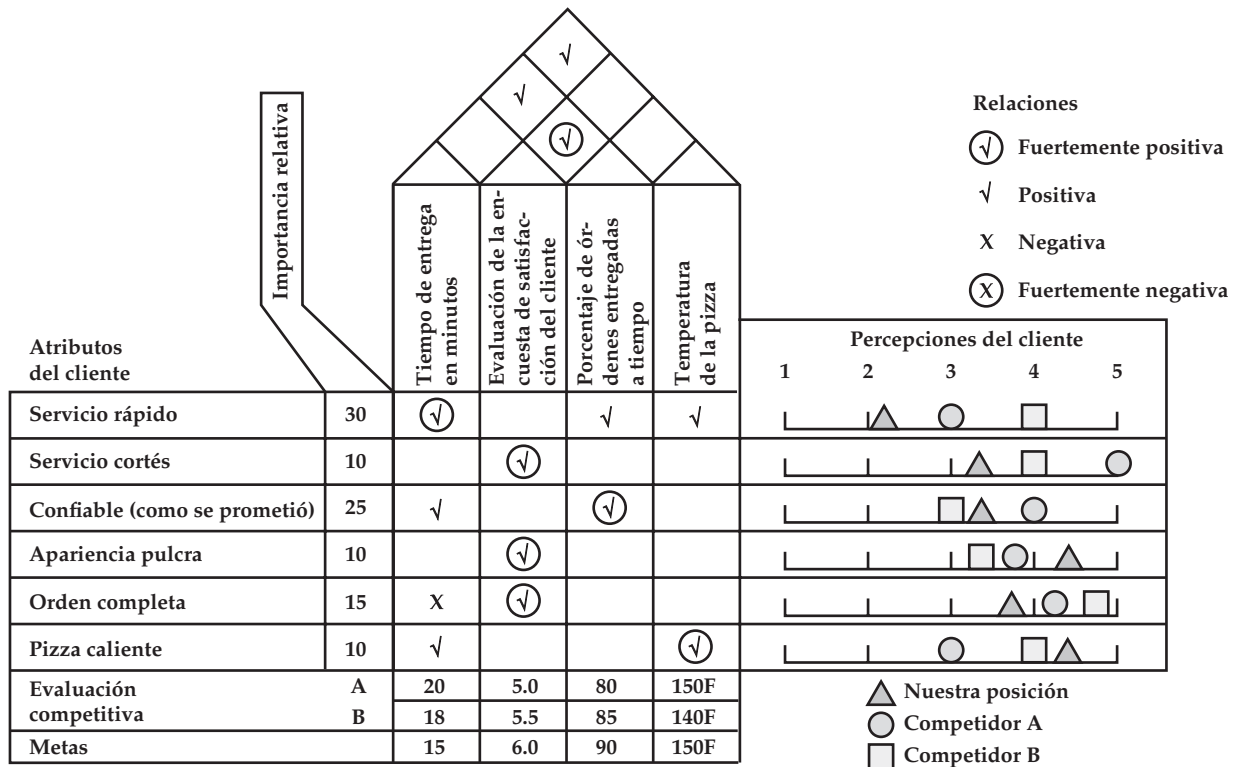
Se ha encontrado que la casa de la calidad es de gran utilidad para incrementar las comunicaciones interfuncionales porque conecta de una forma nítida los requisitos del mercado, los cuales valora el cliente, con las características de diseño que deben considerar los ingenieros; por lo tanto, puede desarrollarse un diseño que satisfaga las necesidades del mercado y que, a la vez, considere todas las concesiones requeridas para el diseño. La casa de la calidad puede extenderse a la producción vinculando el producto con diversas partes y con los parámetros del diseño del proceso. En este caso, los valores fijados como meta para el diseño del producto se convierten en los atributos del cliente para el diseño de las partes y para el diseño del proceso. Además, la casa de la calidad puede vincularse con los proveedores al considerar como atributos del cliente los objetivos del diseño que se les haya entregado. Así, puede desarrollarse un diseño conveniente para todas las partes de la cadena de suministro involucradas en el diseño y en la elaboración del producto.

La implantación de la función de calidad también puede aplicarse a las industrias de servicios de una manera muy similar a como se emplea en la manufactura. Para ilustrar, considere el ejemplo de Pizza U.S.A., la cual se describió por primera vez en el capítulo 1. Pizza U.S.A. está evaluando la implantación de un servicio de entrega para sus pizzas y productos relacionados.

Para este nuevo servicio, los atributos del cliente se han determinado precisamente a partir de los consumidores y son: rapidez, cortesía y servicio confiable. Asimismo, el agente de la entrega debe tener una apariencia muy pulcra y la orden debe entregarse completa (sin que nada falte) y con una pizza caliente. Los atributos del cliente se enlistan en el lado izquierdo de la matriz de implantación de la función de la calidad de la figura 3.6.

En cuanto a los servicios, puede resultar complicado identificar las características de ingeniería, las cuales, algunas veces son difíciles de definir y de medir; en este caso, dichas características son el tiempo de entrega (minutos), la satisfacción del cliente (se determina a partir de una encuesta periódica al cliente), el tiempo real de la entrega comparado con el tiempo prometido y la temperatura de la pizza al entregarse. Observe que la encuesta

FIGURA 3.6 Implantación de la función de calidad en las entregas de Pizza U.S.A.



medirá los atributos intangibles como una apariencia pulcra, la cortesía, que la orden esté completa y la satisfacción general con el servicio.

Así, ahora los atributos del cliente se relacionan con cada una de las características de ingeniería de la misma forma que en el ejemplo de la bicicleta. Además, el techo de la casa de la calidad, las percepciones del cliente, las evaluaciones de la competencia y las metas se añaden para completar el análisis, como se muestra en la figura 3.6. Aunque la implantación de la función de calidad para los servicios puede medirse de un modo un tanto distinto que en la manufactura, se aplican los mismos principios generales.

3.6 ANÁLISIS DEL VALOR

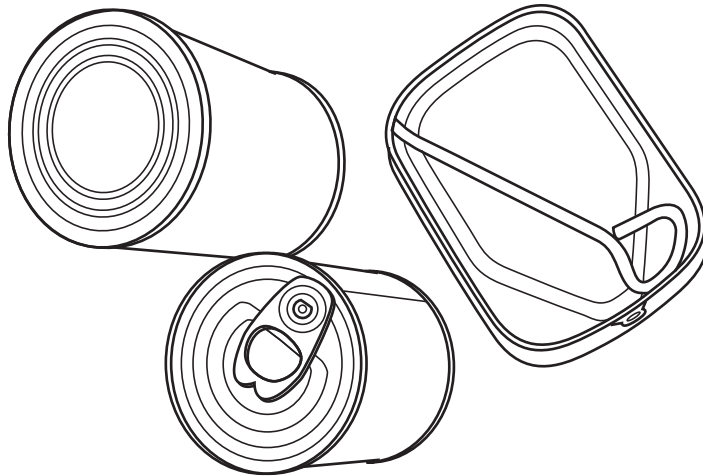
Existe la necesidad no sólo de satisfacer los requerimientos del cliente, sino de asegurar que el producto sea factible de manufacturarse. El **diseño para la manufactura** (DFM, *design for manufacturing*) es un enfoque que consiste en dos cosas: 1) la simplificación de los productos y 2) la manufactura de productos múltiples mediante el uso de partes, procesos y módulos comunes. En esta sección, explicaremos la simplificación de los productos con base en el análisis del valor (o ingeniería del valor), la cual debe realizarse preferentemente antes de la elaboración del producto.

El **análisis del valor** es un método para mejorar la utilidad de un producto sin aumentar su costo o para disminuir el costo sin reducir la utilidad del producto; puede dar como resultado grandes ahorros, un mejor producto para el consumidor o ambas cosas. En este análisis del valor, se usa un enfoque lógico de paso por paso.

El valor se define como la razón de utilidad por costo; éste es un término absoluto que mide la cantidad de recursos empleados para elaborar un producto. En contraste, la utilidad es un concepto relativo que describe la funcionalidad que el cliente adscribe a un producto y puede describirse por medio de términos tales como características del producto, desempeño y confiabilidad del producto.

FIGURA 3.7

El análisis del valor puede emplearse para determinar la mejor forma de abrir una lata.



En el análisis del valor se manejan los siguientes términos:

- *Objetivo*: el propósito fundamental del producto.
- *Función básica*: si se elimina una función básica, el producto se volverá inservible en términos de su objetivo declarado.
- *Función secundaria*: una función que es el resultado de la manera en la que se diseña el producto y permite el logro de la función básica.

Por ejemplo, para tener acceso al contenido de una lata podríamos tener lo siguiente:

- *Objetivo*: extraer el contenido de la lata.
- *Función básica*: abrir la lata.
- *Función secundaria*: cortar la tapa.

Se requiere abrir la lata para conseguir el objetivo, que consiste en extraer el contenido. Así, la apertura de la lata es una función básica, pero no es necesario ejecutar la función secundaria de cortar la tapa. Podrían usarse otros métodos para abrir la lata, como jalar la lengüeta, abatir la tapa o desatornillar la tapa, como en la figura 3.7.

El análisis del valor es el proceso de examinar las funciones secundarias para investigar si se puede identificar una alternativa que mejore la razón de valor. Esto se hace identificando primero el costo de la función secundaria actual. Posteriormente, se calculan los costos de las funciones secundarias alternativas; si éstas tienen un costo menor sin sacrificar la utilidad de abrir la lata para el cliente, entonces el valor se mejora. Además, la utilidad puede mejorarse (facilidad para la remoción de la tapa, poder volver a tapar la lata, etc.) al mismo costo, lo cual también aumentaría el valor para el cliente.

El análisis del valor es una forma de mejorar un producto ante los ojos del cliente. Después de todo, es él quien está interesado en el valor y compra productos con base en el valor que recibe. Con frecuencia, el análisis del valor se relaciona con la manufacturabilidad, ya que un producto diseñado para manufacturarse posee el costo más bajo y el valor más alto. El diseño para la manufactura elimina las partes innecesarias y hace que el producto sea más fácil de elaborar. Este enfoque reducirá el costo, mejorará la utilidad del producto o ambas cosas. Vea la figura 3.8 donde se presenta un ejemplo espectacular de simplificación de un producto que mejoró su manufacturabilidad y su valor.

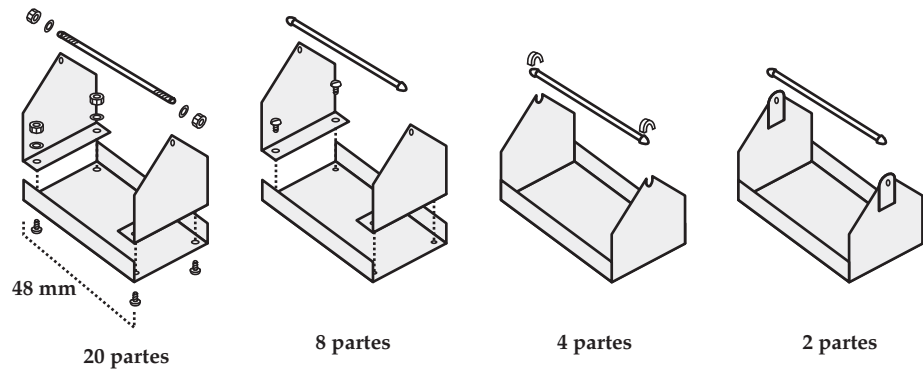
3.7 DISEÑO MODULAR

Otro aspecto del diseño de la manufactura es simplificar el diseño de productos múltiples. De ordinario, los productos se diseñan uno a la vez sin mucha consideración de los aspectos comunes de las partes o de las propiedades modulares que pueden ayudar a la producción y aun satisfacer las necesidades del cliente.

FIGURA 3.8 Diseño para la manufactura de una caja de herramientas

Este ejemplo ilustra la progresión del ensamblado de una caja de herramientas desde el inicio del diseño y con inclusión de la evolución de un estudio de diseño para la manufactura, lo que dio como resultado una reducción en el conteo de las partes del diseño de 20 a 2 partes, mejorando la confiabilidad y disminuyendo el costo del producto.

Fuente: John Ingalls, "How Design Teams Use DFM/A to Lower Costs and Speed Products to Market", *Target 12*, núm. 1 (1996), pp. 13-19.



El **diseño modular** hace posible tener una variedad de productos relativamente alta y una baja variedad de componentes al mismo tiempo. La idea principal es desarrollar una serie de componentes básicos de un producto, o módulos, que puedan ensamblarse dentro de un alto número de productos diferentes. Para el cliente, parece ser que hay un gran número de productos distintos. Para las operaciones, existe sólo un número limitado de componentes y procesos básicos. El diseño modular es un prerrequisito para la personalización en masa, lo que se describe en el siguiente capítulo.

El control del número de diversos componentes que van dentro de los productos es un aspecto de gran importancia para las operaciones, ya que hace posible producir, de una manera más eficiente, volúmenes más grandes y, a la vez, permite la estandarización de los procesos y de los equipos. Un alto número de variaciones de productos aumentará en forma considerable la complejidad y el costo de las operaciones.

Una variedad de colchones puede controlarse mediante el diseño modular.



El diseño modular ofrece una forma fundamental de cambiar la manera de pensar en relación con el diseño del producto. En lugar de diseñar cada producto por separado, la compañía los diseña en torno a módulos de componentes estándar y procesos estándar. Si esto se hace, la línea de productos debe analizarse cuidadosamente y dividirse en módulos básicos. Además deben desarrollarse módulos comunes que puedan servir para más de una línea de productos y deben eliminarse los adornos innecesarios del producto. Este enfoque todavía permitirá una gran variedad de productos, pero se reducirá el número de variaciones innecesarias del producto.

El enfoque del diseño modular puede ilustrarse mejor con un ejemplo. Un grupo de estudiantes de la Universidad de Minnesota estudió las operaciones de un productor grande de camas, una compañía que producía más de 2 000 combinaciones distintas de colchones. El equipo descubrió que 50% de esas combinaciones facturaba sólo 3% de las ventas. Los sondeos del mercado señalaron que esta alta variedad de productos no era ventajosa para la comercialización y que, al mismo tiempo, había aumentado los costos.

Con el uso de ideas de diseño modular, se diseñó una línea de productos de colchones con cuatro tamaños básicos: regular, doble, queen y king. La construcción interna de los colchones se limitaba sólo a algunos arreglos diferentes de resortes y espesuras del relleno de espuma. Se usó una moderada variedad de cubiertas de colchones para satisfacer las preferencias de los consumidores en cuanto al color y al tipo de diseño. Este enfoque redujo enormemente el número de componentes del colchón y, a la vez, brindó una variedad sustancial para el cliente; por ejemplo, con cuatro tamaños de camas, tres tipos de construcción de resortes, tres tipos de relleno de espuma y ocho distintas cubiertas, era posible elaborar un total de 288 diseños de colchones.

$$4 \times 3 \times 3 \times 8 = 288 \text{ combinaciones}$$

No se producían todas estas combinaciones, ya que algunas podrían ser inaceptables para el cliente, por ejemplo: la combinación de resortes costosos con un relleno delgado de espuma. Aunque todavía existen muchas combinaciones de productos en este ejemplo, el número de componentes fue reducido.

El equipo sugirió que las áreas de mercadotecnia, operaciones e ingeniería se reunieran para definir los componentes básicos que se elaborarían y las combinaciones deseadas de productos. Asimismo, recomendó que la empresa se sujete de manera rigurosa a esos componentes una vez que se haya tomado la decisión, con una revisión periódica, quizás una vez al año. El equipo no sólo trató con el problema de la proliferación de productos sino que, por medio del uso del concepto de un diseño modular, retuvo las ventajas de mercado de la variedad de productos.

Dell Computer Corporation utiliza un diseño modular para sus computadoras; por ejemplo, las computadoras portátiles Dell tienen muchas alternativas opcionales: 12 procesadores, cuatro memorias, seis discos duros, seis dispositivos de medios, cinco tarjetas inalámbricas, cinco opciones de baterías, cinco pantallas, nueve tarjetas gráficas y seis *software* a elegir. Esto aporta un total de 58 módulos (o componentes) que se instalan en las computadoras portátiles Dell. El número teórico de computadoras portátiles distintas que pueden producirse es el siguiente:

$$12 \times 4 \times 6 \times 6 \times 5 \times 5 \times 5 \times 9 \times 6 = 11\,664\,000$$

Desde luego, no todos los módulos se combinan con el resto, lo cual reduce el número total de alternativas. El diseño modular otorga una oportunidad para optimizar la producción en Dell, ofreciendo abundantes alternativas para el consumidor.

3.8 ASPECTOS Y TÉRMINOS CLAVE

El diseño de nuevos productos posee un gran impacto sobre las operaciones, pues determina las especificaciones para el producto. Del mismo modo, las operaciones pueden restringir la capacidad de una empresa para desarrollar nuevos productos y hacer su producción



más costosa. Como resultado, las operaciones deben estar profundamente involucradas en el desarrollo de nuevos productos.



- Existen tres formas de desarrollar nuevos productos: basado en el mercado, impulso de la tecnología y enfoque interfuncional. El enfoque interfuncional es, de ordinario, el mejor, ya que incluye consideraciones tanto de mercado como tecnológicas en el diseño de nuevos productos.
- En las compañías, el proceso de desarrollo de nuevos productos se especifica con frecuencia con la inclusión de tres fases: desarrollo del concepto, diseño del producto y producción/experimentación piloto.
- Desde el principio, los productos deben diseñarse con miras a su manufacturabilidad. Esto se hace considerando el diseño del proceso de producción como parte del diseño del producto y usando un enfoque concurrente de ingeniería.
- Una ingeniería concurrente emplea fases que se traslapan en el diseño del producto en lugar de utilizar un enfoque secuencial. Por lo común, se forma un equipo de desarrollo de nuevos productos con representación de todas las funciones gerenciales (mercadotecnia, ingeniería, operaciones y finanzas/contabilidad) para asegurar una integración interfuncional.
- En el desarrollo de nuevos productos, la colaboración de la cadena de suministro es esencial. Esto debería lograrse con la colaboración tanto de los clientes como de los proveedores en el proceso de desarrollo de nuevos productos.
- La implantación de la función de calidad se usa para conectar los atributos del cliente con las características de ingeniería, lo que, por lo regular, se hace a través de una técnica denominada casa de la calidad, la cual puede aplicarse tanto para la manufactura como para los servicios.
- El diseño de la manufactura puede lograrse con la simplificación del producto o de la producción modular.
- La simplificación del producto se alcanza a través del análisis del valor, lo cual proporciona la utilidad máxima para los clientes al costo más bajo.
- El diseño modular es útil para minimizar el número de partes distintas necesarias para la elaboración de una línea de productos de artículos relacionados y puede hacerse mediante el diseño de módulos estándar y considerando sólo las combinaciones de opciones que tengan una demanda de mercado significativa.

Términos clave

Basado en el mercado	Paquete de información	Atributos del cliente
Impulso de la tecnología	Falta de alineación	Características de ingeniería
Perspectiva interfuncional	Proceso secuencial	Concesiones
Desarrollo del concepto	Ingeniería concurrente	Valor fijado como meta
Diseño del producto	Colaboración de la cadena de suministro	Objetivos
Diseño del proceso	Implantación de la función de calidad	Análisis del valor
Experimentación/producción piloto	Casa de la calidad	Diseño para la manufactura
Prototipos de producción		Diseño modular

Usted decida

¿Cuál es la mejor forma de hacer que los equipos interfuncionales participen en un diseño concurrente de un producto?

EJERCICIOS POR INTERNET



1. Japan Business Consultants
http://www.mazur.net/works/jurassic_qfd.pdf

Entérese cómo se usó la implantación de la función de calidad para diseñar dinosaurios animatrónicos.

2. Society of Concurrent Product Development
<http://www.scpdnet.org/paper.htm>

Lea uno de los documentos de este sitio y discuta en clase sus descubrimientos.

3. 3M Company
<http://www.3m.com>

Describe un producto único introducido por 3M. ¿Cómo ha podido 3M seguir siendo una compañía innovadora?

Preguntas de análisis

1. ¿Por qué es importante la cooperación interfuncional para el diseño de nuevos productos? ¿Cuáles son los síntomas de una posible falta de cooperación interfuncional?
2. ¿En qué circunstancias podría un enfoque de basado en el mercado o un enfoque de impulso de la tecnología ser el mejor para el diseño de un nuevo producto?
3. Describa los pasos que podrían requerirse al escribir y al producir una obra. Compárelos con los tres pasos para el desarrollo de un nuevo producto que se describió en la sección 3.2, ¿existe alguna correspondencia?
4. ¿Por qué ha habido un incremento en la variedad de productos en nuestra economía?
5. ¿Cómo puede el concepto de diseño modular controlar la variedad de la producción y, al mismo tiempo, permitir una variedad de productos?
6. ¿Cuál es el papel adecuado de la función de operaciones en el diseño del producto?
7. ¿Qué forma toma la especificación del producto para las siguientes empresas: una agencia de viajes, una compañía de cervezas y una firma de consultoría?
8. Ejecute un análisis del valor sobre los siguientes artículos:
 - a) Una engrapadora.
 - b) Un *mouse* para la operación de una computadora.
 - c) Un escritorio a ser usado por los estudiantes con propósitos de estudio.
9. Encuentre algunos ejemplos del diseño modular de productos en la vida cotidiana.
10. Trabaje con uno de sus compañeros de clase como si fuera su cliente y suponga que usted es el proveedor. Haga que el consumidor seleccione un producto y especifique los atributos deseables. Posteriormente, especifique las características de ingeniería requeridas para satisfacer las necesidades del cliente. Complete la matriz de la casa de la calidad estableciendo las relaciones de la matriz. Pregunte al usuario si las características de ingeniería resultantes serán las deseables para satisfacer sus necesidades.
11. ¿Cuáles son los beneficios esenciales de usar el enfoque de implantación de la función de calidad para el diseño de los productos? También, identifique cualquier efecto negativo que pudiera aplicarse al uso de la implantación de la función de calidad.
12. Piense en algunos ejemplos acerca de cómo puede utilizar la implantación de la función de la calidad para atender problemas de diseño.
13. A un estudiante le gustaría diseñar una mochila para libros y artículos escolares. Los atributos del cliente son 1) una mochila cómoda que sea 2) duradera con 3) suficiente espacio y 4) no muy pesada de llevar. Piense en algunas características de ingeniería que se puedan usar para medir estos atributos del cliente. Después, construya una matriz de implantación de la función de calidad que muestre las relaciones positivas y negativas que usted espera ver en este caso.
14. Un empresario está planeando una tienda de emparedados que se localizaría en el campus universitario. Defina los atributos del cliente que a usted le gustaría ver para el servicio (y no para el producto) que se proporcionaría en esta localidad. Luego, especifique algunas características de ingeniería que puedan aplicarse para la medición del servicio.
15. Asuma que un automóvil que usted quiere comprar tiene cinco opciones para el color de los interiores, tres tipos de radios, tres opciones para el motor, dos tipos de baterías (regular y de alto rendimiento), diez colores de exteriores, dos opciones de transmisión y cuatro tipos de fundas para las llantas. ¿Cuántas combinaciones del automóvil puede realizar el productor? ¿Qué puede hacerse para reducir el número de combinaciones sin restringir las elecciones del cliente?

Bibliografía

- Bagla, Gunjan y Atul Goel. "Innovation from India: The Next Big Wave". *Business Week Online*, 12 de febrero de 2009, p. 23.
- Barry, David. "Perfecting the DFM Process". *Printed Circuit Design* 18, núm. 7 (julio de 2001), pp. 14-17.
- Ciferri, Luca. "Bangle Shares Some BMW Design Secrets". *Automotive News Europe* 11, núm. 13 (junio de 2006), p. 18.
- Clark, Kim B. y Takahiro Fujimoto. *Product Development Performance*. Boston: Harvard Business School Press, 1991.
- Eldin, Neil. "A Promising Planning Tool: Quality Function Deployment". *Cost Engineering* 44, núm. 3 (marzo de 2002), pp. 28-39.
- Flynn, Barbara, E. James Flynn, Susan Amundson y Roger G. Schroeder. "Team Characteristics as Enablers of Fast Product Development Speed". *Advances in Interdisciplinary Studies of Work Teams*, Greenwich, Conn.: JAI Press, 6 (2000).
- Gottfredson, Mark y Keith Aspinall. "Innovation vs. Complexity". *Harvard Business Review* 83, núm. 11 (noviembre de 2005), pp. 62-71.
- Hauser, John R. y Don Clausing. "The House of Quality". *Harvard Business Review*, mayo-junio de 1988, pp. 63-73.
- Lane Davis, Kristin. "Finding Value in the Value Engineering Process". *Cost Engineering* 46, núm. 12 (diciembre de 2004), pp. 24-28.
- Leonard-Barton, Dorothy. *Wellsprings of Knowledge: Building and Sustaining the Sources of Innovation*. Boston: Harvard Business School Press, 1998.
- Lerner, Ivan y Joseph Chang. "New Products to Drive GE Plastics". *ICIS Chemical Business Americas* 270, núm. 12 (octubre de 2006), p. 10.
- Mallick, Debashis y Roger G. Schroeder. "An Integrated Framework for Measuring Product Development Performance in High Technology". *Production and Operations Management* 14, núm. 2 (2005), pp. 142-158.
- Muller, Joann y Andy Stone. "Jump Start". *Forbes*, 181 (7 de abril de 2008), pp. 68-70.
- Ogawa, Susumu y Frank Piller. "Reducing the Risks of New Product Development". *Sloan Management Review* 47, núm. 2 (invierno de 2006), pp. 65-71.
- Olson, Eric M., Orville C. Walker Jr., Robert W. Ruekert y Joseph M. Bonner. "Patterns of Cooperation during New Product Development among Marketing, Operations and R&D". *Journal of Product Innovation Management* 18, núm. 4 (julio de 2001), pp. 258-271.
- Ragatz, Gary L., Robert B. Handfield y Kenneth J. Petersen. "Benefits Associated with Supplier Integration into New Product Development under Conditions of Technology Uncertainty". *Journal of Business Research* 55, núm. 5 (mayo de 2002), pp. 389-400.
- Sawhney, Mohanbir. "Don't Just Relate—Collaborate". *Sloan Management Review*. 43, núm. 3 (primavera de 2002), p. 96.
- Sturgeon, Timothy J. "Modular Production Networks: A New American Model of Industrial Organization". *Industrial & Corporate Change* 11, núm. 3 (junio de 2002), pp. 451-496.

