

capítulo

DISEÑO DE PRODUCTOS Y SERVICIOS

91	Desarrollo de productos de IDEO. ¿La creatividad se puede aprender?	
93	El proceso de diseño de productos	<i>Definición de fabricantes por contrato Definición de competencia clave</i>
94	El proceso del desarrollo de productos	<i>Definición de ingeniería concurrente</i>
99	Análisis económico de los proyectos de desarrollo de productos	<i>Creación de un modelo financiero de un caso base Análisis de la sensibilidad para entender los retos de un proyecto</i>
103	Diseño pensando en el cliente	<i>Despliegue de la función de calidad Definición de despliegue de la función de calidad Análisis del valor/ingeniería del valor Definición de casa de la calidad Definición de análisis del valor/ingeniería del valor</i>
105	Diseño para la fabricación y el montaje de productos	<i>¿Cómo funciona el diseño para la fabricación y el montaje (DPFM)?</i>
108	Diseño de productos de los servicios	
109	Medición del desempeño del desarrollo de productos	
110	Conclusión	
116	Caso: Diseño y precios en IKEA	
118	Caso: Spa dentales	

4

DESARROLLO DE PRODUCTOS DE IDEO. ¿LA CREATIVIDAD SE PUEDE APRENDER?

Ideo Product Development es la empresa de diseño más reconocida del mundo. Su creación máxima es el proceso mismo de la creatividad. Su fundador, David M. Kelley, y sus colegas piensan que el trabajo es un juego, que las tormentas de ideas son una ciencia y que la regla más importante es romper las reglas (www.ideo.com).



“IDEO es un zoológico (ibella metáfora para esta era del nanosegundo!). Expertos de todo el mundo se entremezclan en ‘oficinas’ que parecen más bien el cacofónico salón de un jardín de niños que el hogar de una de las compañías más exitosas de Estados Unidos (y del mundo). Los escritorios están hasta el tope de trabajos en proceso y de los restos de atracones nocturnos de comida rápida. Los modelos de lámparas futuristas, de aparatos de cine para efectos especiales y de analizadores de química sanguínea de tecnología avanzada, en distintas etapas de desarrollo, están regados por doquier y son motivo de la presencia interminable de mirones. Los programas de software más avanzados del mundo, que funcionan en estaciones de trabajo más avanzadas del orbe y están conectados en red con quién sabe quién, en qué sabe cuál lugar del mundo, no cesan de zumbir las 24 horas del día.

“Los clientes y otros extraños entran y salen sin gran alharaca. El parloteo no cesa. Las tormentas de ideas, que enfrentan entre sí a decenas de mentes procedentes de distintas disciplinas en su afanosa búsqueda de ideas absurdas, son convocadas prácticamente sin previo aviso. Hay bicicletas a lo largo de todos los pasillos. Todos los muros lucen premios de broma, junto con otros impresionantes. El fondo del asunto: IDEO termina el trabajo a tiempo, dentro de presupuesto y con una imaginación excepcional”.¹

El novedoso proceso de diseño de IDEO se centra en dos actividades, las cuales se repiten una y otra vez:

1. **Las tormentas de ideas.** IDEO aplica algunas reglas muy estrictas durante estas sesiones.
 - a) Deje para después los juicios de opinión, de modo que el flujo de ideas no se interrumpa.
 - b) Báse en las ideas de otros, porque esto es mucho más productivo que llevarse la gloria por las propias.
 - c) Permanezca concentrado en el tema; las salidas tangentes están prohibidas.
 - d) Una persona a la vez, de modo que no acalle al brillante individuo que susurra sus palabras lentamente desde un rincón de la sala.
 - e) Busque la cantidad: 150 en 30-45 minutos está bien.
 - f) Fomente las ideas descabelladas.
 - g) Sea visual, por ejemplo, esboce las ideas para que otros las puedan entender.
2. **Los prototipos rápidos.** La idea es que resulta más fácil discutir el modelo de algo, aun cuando sea muy primitivo, que hablar sobre un montón de ideas abstractas. Los prototipos rápidos se basan en tres puntos: hágalos en bruto, rápido y bien. Los dos primeros se explican por sí mismos: haga sus modelos en bruto y rápido. En las primeras etapas de un modelo, perfeccionarlo es una pérdida de tiempo. La palabra bien no significa que su modelo deba funcionar, pero sí se refiere a crear un montón de pequeños modelos que se enfoquen a problemas específicos. Por ejemplo, cuando un grupo de IDEO diseñó un teléfono, recortó docenas de piezas de hule espuma y se las colocó entre la cabeza y el hombro con el propósito de encontrar la forma más conveniente para el aparato. →

Diseñar nuevos productos y hacerlos llegar al mercado con rapidez es el reto que afrontan los fabricantes de industrias tan distintas como la de chips de computadora y la de papas fritas. Los clientes de los fabricantes de chips de computadora (como las compañías que fabrican computadoras) necesitan semiconductores cada vez más potentes para la evolución de sus líneas de productos. Los fabricantes de alimentos necesitan proporcionar a las tiendas de abarrotes nuevos sabores para poder mantener o aumentar su participación del mercado detallista. Los temas de este capítulo son cómo se diseñan los productos manufacturados y cómo se elige el proceso para fabricarlos.

EL PROCESO DE DISEÑO DE PRODUCTOS

En el mundo actual, las compañías muchas veces subcontratan las funciones principales en lugar de desempeñarlas en su interior. Las compañías que se especializan en fabricar productos para otras empresas han tenido mucho éxito. Estas compañías se llaman **fabricantes por contrato** y ahora tienen mucho éxito en industrias como las de productos electrónicos, ropa, medicamentos, plásticos y fabricación a la medida. Una definición simple de fabricante por contrato dice que es una organización que tiene capacidad para fabricar y/o comprar todos los componentes que se necesitan para producir un producto o un aparato terminados.

**Fabricantes
por contrato**

La utilización de fabricantes por contrato ha cambiado enormemente la forma en que las compañías fabriles tradicionales operan en la actualidad. Dependiendo de la situación, los fabricantes por contrato asumen diferentes funciones de una compañía. Por ejemplo, en la industria automovilística, los fabricantes por contrato producen muchas de las partes y las piezas, como los asientos y otras partes del interior, las piezas de los faros delanteros y las luces traseras, y el equipo electrónico, como los sistemas de radio/CD y de navegación GPS. Los automóviles de hoy con frecuencia se arman en las regiones de los países donde se venderán los productos a efecto de reducir los costos de transporte y de manejar el riesgo cambiario. Para tener éxito, se requiere de una estrecha coordinación para administrar la red de plantas armadoras y a los fabricantes por contrato asociados.

Así como las compañías subcontratan la fabricación a terceros, muchas también subcontratan la función de diseño de los productos. El diseño de productos varía sustantivamente dependiendo de la industria. En el caso de los productos de consumo, algunas actividades de suma importancia son comprender las preferencias de los consumidores y hacer pruebas de mercado con los productos proyectados. En el caso de los productos farmacéuticos se suelen requerir numerosas pruebas clínicas, que implican experimentos cuidadosamente controlados, para comprobar la seguridad y la efectividad de un producto potencial. Las compañías que se especializan en el diseño de productos cuentan con procesos muy desarrollados para respaldar las actividades que se requieren en una industria.

Dadas las ventajas potenciales de utilizar a fabricantes por contrato para producir productos y a empresas especializadas en diseño para diseñarlos, una empresa tiene que decidir cuáles deberían ser sus competencias clave. La **competencia clave** de una compañía es aquello que puede hacer mejor que sus competidores. Una competencia clave puede ser cualquier cosa, desde el diseño de productos hasta la asignación sustentable de los empleados de una empresa. La meta es tener una competencia clave que produzca una ventaja competitiva de largo plazo para la compañía.

Competencia clave

Por ejemplo, piense en la experiencia de Honda en el terreno de los motores. Honda ha podido explotar esta competencia clave para desarrollar una serie de productos de calidad, desde podadoras de césped y aspiradoras de nieve, hasta camiones y automóviles. En otro ejemplo de la industria automovilística, se ha dicho que la competencia clave de Volvo es la seguridad.

Una competencia clave cumple con tres características:

1. Brinda acceso potencial a una amplia variedad de mercados.
2. Incrementa los beneficios que perciben los clientes.
3. Los competidores tienen dificultad para imitarla.

Un buen ejemplo es el caso de Black and Decker, el fabricante estadounidense de herramientas. La competencia tecnológica central de Black and Decker son los motores eléctricos de entre 200 a 600 watts. Todos sus productos son modificaciones de esta tecnología básica (con la salvedad de sus bancos de trabajo, linternas, sistemas para recargar baterías, hornos tostadores y cafeteras). La compañía fabrica productos para tres mercados:

1. El mercado de los talleres caseros. En este mercado, se utilizan pequeños motores eléctricos para producir taladros, sierras circulares, lijadoras, fresadoras, herramientas giratorias, pulidoras y destornilladores motrices.
2. El mercado de limpieza y mantenimiento del hogar. En este mercado, se utilizan pequeños motores eléctricos para producir plumeros eléctricos, aspiradoras, podadoras de setos, podadoras de orillas, podadoras de césped, sopladoras de hojas y rociadores a presión.
3. El mercado de aparatos para cocina. En este mercado, se utilizan pequeños motores eléctricos para producir abrelatas, procesadores de alimentos, batidoras, máquinas para hacer pan y ventiladores.



El verdadero reto para la empresa es decidir precisamente cómo manejará las distintas funciones críticas para el éxito. En un extremo se encuentra la empresa integrada enteramente de manera vertical, en la cual todas las actividades, desde el diseño hasta la fabricación de las piezas individuales, se manejan internamente. En el otro extremo está la compañía que sólo vende productos y subcontrata a terceros todas las funciones de diseño y producción.

A continuación se presentan algunos ejemplos de lo que están haciendo algunas compañías muy exitosas:

- Sun Microsystems diseña los chips SPARC para sus estaciones de trabajo de alto desempeño, pero subcontrata la manufactura de esos chips a fabricantes especializados (pero conserva la titularidad de la propiedad intelectual).
- Una compañía farmacéutica tal vez compre información acerca de blancos genéticos a una compañía especializada en genómica, contrate a un especialista en combinaciones químicas para que haga una veloz síntesis y tamización de los compuestos candidatos e incluso contrate a una organización dedicada a las investigaciones para que realice las pruebas clínicas, pero conserva la titularidad del patrimonio intelectual (patentes, datos experimentales, marcas registradas, etc.) del medicamento que con el tiempo llegará al mercado.
- Dell ha puesto en práctica una serie de sistemas muy especializados que respaldan su estrategia operativa de fabricar por encargo. Dell ha creado una serie de procesos logísticos propios que van desde el diseño de su página Web, hasta la infraestructura de sus sistemas de información (proceso que otros no han podido imitar con facilidad). Dell es dueña de los datos de lo que las personas están comprando y en cuáles combinaciones. También se ha integrado verticalmente, en forma de instalaciones de ensamble final que están diseñadas para producir con gran

eficiencia lotes de una sola unidad. Por último, si bien Dell subcontrata los componentes a terceros, utiliza relaciones de largo plazo con sus proveedores y los enlaza con su sistema de información para respaldar una respuesta expedita.

En este capítulo primero se aborda el proceso genérico del diseño de productos. Se desarrolla un proceso genérico y se muestra cómo se puede adaptar a distintos tipos de productos comunes y corrientes. A continuación, se demostrará cómo se evalúa el efecto económico de los nuevos productos. Más adelante, en este mismo capítulo, se explicará cómo se toman en cuenta las preferencias de los clientes para diseñar los productos. A continuación, se muestra cómo el diseño del producto repercute en el proceso de producción y de montaje. Por último, se explicará la forma de medir el desempeño del desarrollo de productos.

EL PROCESO DEL DESARROLLO DE PRODUCTOS²

Empezamos con la definición de un proceso genérico para el desarrollo de productos que describe los pasos básicos necesarios para diseñar un producto. El proceso representa la secuencia básica de los pasos o las actividades que la empresa sigue para concebir, diseñar y llevar un producto al mercado. Muchas de estas tareas implican actividades intelectuales, en lugar de físicas. Algunas empresas definen y siguen un proceso de desarrollo preciso y detallado, mientras que otras tal vez ni siquiera puedan describir sus procesos. Toda organización emplea un proceso diferente que el de las demás organizaciones; de hecho, la misma organización podría aplicar distintos procesos a diferentes grupos de productos.

Nuestro proceso genérico para el desarrollo de productos tiene seis fases, como presenta la ilustración 4.1. El proceso inicia con la fase de planeación, que es el enlace con las actividades avanzadas de la investigación y el desarrollo tecnológicos. El producto de esta fase es el enunciado de la misión del proyecto, que es el insumo necesario para iniciar la fase de desarrollo de los conceptos y que el equipo de desarrollo utiliza como guía. La conclusión del proceso de desarrollo del producto es su lanzamiento, que es el momento cuando la gente puede comprar el producto en el mercado. La ilustración 4.1 enumera las actividades y las responsabilidades fundamentales de las distintas funciones de la empresa durante

ilustración 4.1

Proceso genérico del desarrollo de productos

Se muestran seis fases, las cuales incluyen las tareas y las responsabilidades de las funciones básicas de la organización en cada fase

FASE 0: PLANEACIÓN	FASE 1: DESARROLLO DEL CONCEPTO	FASE 2: DISEÑO DEL SISTEMA	FASE 3: DISEÑO DE LOS DETALLES	FASE 4: PRUEBAS Y AFINACIONES	FASE 5: PRODUCCIÓN DE TRANSICIÓN
MARKETING					
• Articular la oportunidad del mercado. • Definir los segmentos del mercado.	• Informarse de lo que necesitan los clientes. • Identificar a usuarios líderes. • Identificar productos de la competencia.	• Preparar plan de las opciones del producto y la familia extendida del producto. • Establecer punto(s) del precio de venta meta.	• Formular plan de marketing.	• Elaborar materiales de promoción y lanzamiento. • Facilitar pruebas de campo.	• Colocar la primera producción en manos de clientes clave.
DISEÑO					
• Considerar plataforma y arquitectura del producto. • Evaluar nuevas tecnologías.	• Investigar la viabilidad de los conceptos del producto. • Desarrollar los conceptos del diseño industrial. • Construir y probar prototipos experimentales.	• Generar arquitecturas alternativas del producto. • Definir principales subsistemas a interfaces. • Afinar el diseño industrial.	• Definir la geometría de las piezas. • Elegir materiales. • Asignar tolerancias. • Completar la documentación de control del diseño industrial.	• Pruebas de confiabilidad. • Pruebas de duración. • Pruebas de desempeño. • Obtener permisos de autoridades reguladoras. • Aplicar cambios al diseño.	• Evaluar el producto de la primera producción.
PRODUCCIÓN					
• Identificar restricciones de la producción. • Establecer la estrategia de la cadena de suministro.	• Estimar costos de producción. • Evaluar viabilidad de la producción.	• Identificar a proveedores de los elementos fundamentales. • Analizar si conviene fabricar o comprar. • Definir el plan final de montaje. • Establecer costos meta.	• Definir los procesos de producción de piezas y partes. • Diseñar el maquinado. • Definir los procesos que aseguren la calidad. • Iniciar la adquisición de equipamiento con mucho tiempo.	• Facilitar la transición de los proveedores. • Afinar los procesos de fabricación y montaje. • Capacitar a la fuerza de trabajo. • Perfeccionar los procesos para asegurar la calidad.	• Iniciar la operación de todo el sistema de producción.
OTRAS FUNCIONES					
• Investigación: Demostrar tecnologías disponibles. • Finanzas: Proporcionar metas de la planeación. • Administración genérica: Asignar los recursos al proyecto.	• Finanzas: Presentar un análisis económico. • Jurídico: Investigar cuestiones de patentes.	• Finanzas: Proporcionar análisis de conveniencia de fabricar o de comprar. • Servicios: Identificar cuestiones de servicios.		• Ventas: Formular planes de ventas.	

cada fase del desarrollo. Hemos articulado las funciones de marketing, diseño y producción dada su participación continua en el proceso. Los representantes de otras funciones, como investigaciones, finanzas, servicio de campo y ventas, también tienen una función fundamental en algunos puntos del proceso.

Las seis fases del proceso genérico del desarrollo son:

Fase 0: Planeación. La actividad de planeación con frecuencia se conoce como la “fase cero” porque precede a la autorización del proyecto y al inicio, de hecho, del proceso de desarrollo del producto. La fase inicia con la estrategia de la compañía e incluye la evaluación de los desarrollos tecnológicos y los objetivos de mercado. El producto de la fase de planeación es el enunciado de la misión del proyecto, el cual especifica el mercado meta del producto, las metas del negocio, los supuestos fundamentales y las restricciones.

Fase 1: Desarrollo del concepto. En esta fase, se identifican las necesidades del mercado meta, se generan y evalúan conceptos alternativos del producto y se selecciona uno o varios conceptos para su mayor desarrollo y pruebas. El concepto es una descripción de la forma, la función y las características de un producto y por lo general va acompañado de una serie de especificaciones, un análisis de los productos de la competencia y una justificación económica del proyecto.

Fase 2: Diseño del sistema. La fase del diseño del sistema incluye la definición de la arquitectura del producto y su división en subsistemas y componentes. El plan final del ensamble (que se analiza más adelante en este capítulo) dentro del sistema de producción también se suele definir en esta fase. El producto de esta fase por lo general incluye un plano geométrico del producto, una especificación del funcionamiento de cada uno de los subsistemas del producto y un diagrama preliminar del flujo del proceso dentro del proceso final del ensamble.

Fase 3: Diseño detallado. Esta fase incluye la especificación completa de la geometría, los materiales y las tolerancias de todas las piezas únicas del producto y la identificación de todas las piezas estándar que se comprarán a los proveedores. Se establece un plan del proceso y se diseña el ensamble para cada una de las piezas que se fabricará dentro del sistema de producción. El producto de esta fase son los planos o archivos de computadora que describen la geometría de cada pieza y el ensamble para su producción, las especificaciones para las piezas que se comprarán y los planes del proceso para fabricar y armar el producto.

Fase 4: Pruebas y afinación. Esta fase implica la construcción y la evaluación de múltiples versiones del producto, previas a su producción. Por lo general, los primeros prototipos se construyen con piezas que tienen la misma geometría y las mismas propiedades de los materiales que la versión para producción del producto, pero no siempre se fabrican con los procesos que se usarán de hecho para su producción. Los prototipos se prueban para determinar si el producto funciona para aquello que fue diseñado o no y si el producto satisface las necesidades de los clientes o no.

Fase 5: Producción de transición. En esta fase, el producto se fabrica utilizando el sistema de producción que se quiere tener. El objeto de la producción de transición es capacitar a la fuerza de trabajo y eliminar los problemas que pudieran existir aún en los procesos de producción. Los productos fabricados durante la producción de transición en ocasiones son suministrados a clientes preferidos y son evaluados con sumo cuidado para identificar cualquier falla que pudiera restar. El paso de la producción de transición a la constante suele ser gradual. En algún punto de la transición, el producto es *lanzado* y queda disponible para su distribución generalizada.

El proceso de desarrollo que describe la ilustración 4.1 es genérico y los procesos particulares variarán de acuerdo con el contexto único de la empresa. El proceso genérico es más bien usado en una situación donde *el mercado lo jala*. Es decir, la empresa inicia el desarrollo del producto ante una oportunidad del mercado y, a continuación, utiliza las tecnologías disponibles existentes que se requieren para satisfacer la necesidad del mercado (es decir, el mercado “jala” las decisiones del desarrollo). Además de los procesos genéricos jalados por el mercado, existen algunas variantes comunes, a saber: los productos *impulsados por la tecnología*, los productos de *plataforma*, los productos de un *proceso intensivo*, los productos *a la medida*, los productos de *riesgo elevado*, los productos que *se construyen rápido* y los *sistemas complejos*. La continuación describiremos cada una de estas situaciones. La ilustración 4.2 presenta las características de las situaciones y las desviaciones del proceso genérico que resultan de ellas.

Productos impulsados por la tecnología En el caso de estos productos, una empresa inicia con una nueva tecnología propia y busca un mercado adecuado para aplicarla (es decir, la tecnología “impulsa” el desarrollo). Gore-Tex, una lámina expandida de Teflón fabricada por W.L. Gore Associates, es un buen ejemplo de un producto impulsado por la tecnología. La compañía ha creado decenas de productos que incorporan el Gore-Tex, entre otros, venas artificiales para cirugía vascular (véase foto en la página siguiente), aislantes para cables eléctricos de alto desempeño, tela para ropa deportiva, hilo dental y forros para las bolsas de gaitas.

Resumen de variantes de proceso de desarrollo de producto genérico

ilustración 4.2

TIPO DE PROCESO	DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICAS DISTINTIVAS	EJEMPLOS
Genéricos (productos jalados por el mercado)	El equipo empieza con una oportunidad del mercado y selecciona las tecnologías adecuadas para satisfacer las necesidades de los clientes	El proceso suele incluir las fases de la planeación distintiva, el desarrollo de un concepto, el diseño del sistema, el diseño detallado, las pruebas y la afinación y la producción de transición	Artículos deportivos, muebles, herramientas
Productos impulsados por la tecnología	El equipo empieza con una nueva tecnología y, después, encuentra un mercado adecuado	La fase de planeación implica casar las tecnologías y el mercado; el desarrollo del concepto presupone una tecnología dada	Ropa impermeable de Gore-Tex, sobre Tyvek
Productos de plataforma	El equipo presupone que el nuevo producto se construirá en torno a un subsistema tecnológico establecido	El desarrollo del concepto presupone una plataforma tecnológica probada	Aparatos electrónicos de consumo, computadoras, impresoras
Productos con proceso intensivo	Las características del producto están muy limitadas por el proceso de producción	Un proceso existente de producción se debe especificar desde el principio o tanto el producto como el proceso se deben desarrollar juntos desde el principio	Frituras, cereales para el desayuno, productos químicos, semiconductores
Productos a la medida	Los nuevos productos son pequeñas variantes de configuraciones existentes	La similitud de los proyectos permite un proceso de desarrollo agilizado y muy estructurado	Motores, interruptores, baterías, recipientes
Productos de alto riesgo	La incertidumbre técnica o del mercado producen un elevado peligro de fracaso	Se identifican los riesgos desde el principio y se sigue su rastro a lo largo del proceso. Las actividades de análisis y de pruebas se desempeñan tan pronto como es posible	Productos farmacéuticos, sistemas espaciales
Productos que se construyen con rapidez	La rápida creación de modelos y prototipos permiten muchos ciclos de diseño-construcción-prueba	Las fases del diseño detallado y las pruebas se repiten varias veces hasta que el producto queda terminado o se agota el tiempo/presupuesto	Software, teléfonos celulares
Sistemas complejos	Los sistemas se descomponen en varios subsistemas y muchos componentes	Muchos equipos, que trabajan en paralelo, desarrollan los subsistemas y componentes y ello va seguido de la integración y la validación del sistema	Naves aéreas, motores de aviones jet, automóviles

Productos de plataforma Un producto de plataforma se construye en torno a un subsistema tecnológico existente (una *plataforma* tecnológica). Algunos ejemplos son el motor híbrido del Prius de Toyota, el sistema operativo Vista de Microsoft y el sistema de imágenes de video de las cámaras Canon. Se realizaron colosales inversiones para desarrollar estas plataformas y, por lo tanto, se hacen todos los intentos posibles por tratar de incorporarlas a distintos productos. En cierto sentido, los productos de plataforma son muy parecidos a los productos impulsados por la tecnología, porque el equipo empieza la actividad del desarrollo partiendo del supuesto de que el concepto del producto incluirá una tecnología particular. La principal diferencia es que una plataforma



tecnológica ya ha demostrado su utilidad en el mercado para satisfacer las necesidades de los clientes. En muchos casos, la empresa puede presuponer que la tecnología también será útil en mercados relacionados. Los productos creados sobre plataformas tecnológicas son mucho más simples de desarrollar que en el caso de que la tecnología se deba desarrollar partiendo de cero. Por lo anterior, y porque se podrían compartir costos entre varios productos, una empresa tal vez pueda ofrecer un producto de plataforma en mercados que no justificarían el desarrollo de una tecnología única.

Productos de un proceso intensivo Algunos ejemplos de productos de un proceso intensivo son los semiconductores, los alimentos, los químicos y el papel. En el caso de estos productos, el proceso de producción tiene repercusiones en las propiedades del producto, de modo que el diseño del producto no se puede separar del diseño del proceso de producción. En muchos casos, los productos de un proceso intensivo son producidos en volúmenes muy grandes y son bienes a granel, en lugar de unidades independientes. Con frecuencia, el nuevo producto y el nuevo proceso se desarrollan de forma simultánea. Por ejemplo, en el caso del cereal de desayuno o las frituras en bolsa, la creación de una nueva figura requiere de actividades para el desarrollo del producto y también para el proceso. En otros casos, el proceso existente limita el diseño del producto en razón de las capacidades del proceso. Podría ser el caso, por ejemplo, de un nuevo producto de papel que se producirá en una fábrica de papel dada o un nuevo aparato semiconductor que será producido en una instalación existente que fabrica discos.

Productos personalizados Los productos personalizados son pequeñas variantes de una configuración estándar y por lo general se crean para responder al pedido específico de un cliente. Algunos ejemplos son los interruptores, los motores, las baterías y los recipientes. El desarrollo de estos productos consiste primordialmente en establecer los valores de las variables del diseño, como las dimensiones físicas y los materiales. Las compañías pueden ser muy aptas para producir con rapidez estos productos personalizados utilizando un diseño muy estructurado y un proceso de desarrollo estructurado en torno a las capacidades del proceso que se utilizará.

Productos de alto riesgo Los productos de alto riesgo son los que por lo normal entrañan una enorme incertidumbre respecto a la tecnología o el mercado, por lo cual existe un considerable riesgo técnico o de mercado. El proceso genérico del desarrollo de productos se modifica para afrontar situaciones de gran riesgo tomando medidas para atacar los riesgos más grandes desde las primeras etapas de la creación del producto. Normalmente esto requiere que algunas actividades de diseño y de prueba se efectúen más pronto dentro del proceso. Por ejemplo, si existe una gran incertidumbre respecto al desempeño técnico del producto, entonces tiene sentido crear modelos que funcionen con las características fundamentales y probarlos muy pronto durante el proceso. Para asegurar que una de las soluciones tenga éxito, se pueden explorar múltiples caminos de solución en paralelo. Las revisiones del diseño deben evaluar los niveles de riesgo con regularidad, con la expectativa de reducir el riesgo dentro del tiempo, pero no con afán de posponerlo.

Productos de prototipos rápidos Para el desarrollo de algunos productos, como el software y muchos productos electrónicos, la creación y las pruebas de modelos de prototipos se ha convertido en un proceso tan rápido que el ciclo de diseño-construcción-prueba se puede repetir muchas veces. La fase del diseño del sistema (que en este proceso sigue a la de desarrollo del concepto) entraña la descomposición del producto en características clasificadas de acuerdo con su prioridad, grande, mediana o escasa. Va seguida de varios ciclos de actividades de diseño, construcción, integración y prueba, iniciando por los puntos de mayor prioridad. El proceso aprovecha el ciclo veloz de los prototipos utilizando el resultado de cada ciclo para saber cómo modificar las prioridades del ciclo siguiente. Los clientes podrían participar en el proceso de las pruebas. Cuando se agota el tiempo o el presupuesto, todas las características de elevada o mediana prioridad por lo general han quedado incorporadas al producto que evoluciona y las características de escasa prioridad se podrían omitir hasta la siguiente generación del producto.

Sistemas complejos Los productos de escala más grande, como automóviles y aviones, son sistemas complejos compuestos por muchos subsistemas y componentes que interactúan. Cuando se desarrollan estos sistemas, las modificaciones al proceso genérico del desarrollo de productos abordan diversas cuestiones relativas al sistema. La fase de creación del concepto considera la arquitectura del sistema entero y es posible que se consideren múltiples arquitecturas como conceptos que compiten por el sistema general. El diseño del sistema es crítico. En esta fase, el sistema se divide en subsistemas y éstos en muchos componentes. La creación de cada componente se asigna a distintos equipos. Otros más tienen el reto especial de integrar los componentes a los subsistemas y a éstos al sistema general. El diseño

detallado de los componentes es un proceso (muchas veces llamado **ingeniería concurrente**) que corre en paralelo y cuenta con muchos equipos de desarrollo separados trabajando al mismo tiempo. Los especialistas en ingeniería de sistemas administran las interacciones de los componentes y los subsistemas. La fase de pruebas y afinación no sólo incluye la integración del sistema, sino múltiples pruebas y la validación del producto.

Ingeniería concurrente

ANÁLISIS ECONÓMICO DE LOS PROYECTOS DE DESARROLLO DE PRODUCTOS³

Un equipo de desarrollo de productos de Polaroid Corporation estaba a punto de terminar la creación de una nueva impresora de fotografías, la CI-700. Esta impresora produciría fotografías instantáneas a todo color a partir de imágenes digitales guardadas en una computadora. Los mercados principales para este producto son las industrias de las artes gráficas, los seguros y los bienes raíces. Durante el desarrollo de la CI-700, el equipo de Polaroid afrontó varias decisiones que sabía que tendrían bastantes repercusiones en la rentabilidad del producto:

- ¿El equipo debería tomar más tiempo para el desarrollo a efecto de que el producto fuera apto para muchas “plataformas” de computadoras o la demora en llevar la CI-700 al mercado resultaría excesivamente costosa?
- ¿El producto debería utilizar los medios impresos (película instantánea) del negocio de cámaras de consumo de Polaroid o un nuevo medio impreso especializado de primera calidad?
- ¿El equipo debería incrementar el gasto del desarrollo a efecto de aumentar la fiabilidad de la CI-700?

Es importante recordar que el análisis económico sólo capta los factores que se pueden medir y que los proyectos suelen tener implicaciones negativas y positivas que son difíciles de cuantificar. Además, un análisis económico difícilmente captará las características de un entorno dinámico y competitivo. El análisis económico es muy útil cuando menos en dos circunstancias distintas:

- Los hitos de proseguir/no proseguir. Por ejemplo, ¿se debería tratar de desarrollar un producto para atacar una nueva oportunidad de mercado? ¿Se debería pasar a la implementación de un concepto seleccionado? ¿Se debería lanzar el producto que se ha desarrollado? Estas decisiones suelen presentarse al final de cada una de las fases del desarrollo.
- Decisiones relativas al diseño y desarrollo de las operaciones. Las decisiones operativas implican preguntas como: ¿Se deberían gastar 100 000 dólares en contratar a una tercera empresa para que construya este componente y así ahorrar dos meses de tiempo de desarrollo? ¿Se debería lanzar el producto en cuatro meses a un costo unitario de 450 dólares o esperar seis meses, cuando se podrá reducir el costo a 400 dólares?

El consejo es que se construya al principio el modelo financiero de un caso base que permitirá comprender las implicaciones del proyecto de desarrollo de un producto. A continuación se explica cómo construir dicho modelo.

CREACIÓN DE UN MODELO FINANCIERO DE UN CASO BASE

La creación del modelo de un caso base consiste en estimar los tiempos y la magnitud de los flujos futuros de efectivo y, a continuación, en calcular el valor presente neto (VPN) de esos flujos. Los tiempos y la magnitud de los flujos de efectivo se calculan fundiendo el programa del proyecto con el presupuesto del proyecto, los pronósticos del volumen de las ventas y los costos estimados de producción. El grado de detalle de los flujos de efectivo debe ser lo bastante general como para que resulte cómodo para trabajar con él, pero también debe tener suficientes detalles que faciliten una buena toma de decisiones. Las categorías más básicas del flujo de efectivo de un proyecto típico de desarrollo de un nuevo producto son:

- Costo de desarrollo (todos los costos remanentes, de diseño, de pruebas y de afinación hasta el momento de la producción de transición).
- El costo de la producción de transición.
- El costo de marketing y apoyo.
- El costo de producción.
- El ingreso por concepto de ventas.



Interfuncional

El modelo financiero que se utiliza ha sido simplificado a efecto de que sólo incluya los principales flujos de efectivo que normalmente se usan en la práctica, pero en términos conceptuales es idéntico a modelos más complejos. Los valores numéricos de los flujos de efectivo provienen de los presupuestos y de otros estimados proporcionados por el equipo de desarrollo, la organización manufacturera y la organización de marketing. Se ilustra el enfoque utilizando datos similares a los que habría utilizado el equipo de Polaroid para la creación de la CI-700.

A continuación se presentan los costos estimados que se utilizarán en el modelo de muestra:

Costo de desarrollo	5 millones de dólares
Costo de producción de transición	2 millones de dólares
Costo de marketing y apoyo	1 millón de dólares/año
Costo de producción por unidad	400 dólares/unidad
Volumen de producción y ventas	20 000 unidades/año
Precio unitario	\$800 dólares/unidad

En el modelo, se supone que todos los ingresos y egresos que han ocurrido antes de la fecha presente son costos perdidos y no son relevantes para calcular el VPN. Si no está muy familiarizado con la manera de calcular el VPN, vea el Suplemento A al final del libro.

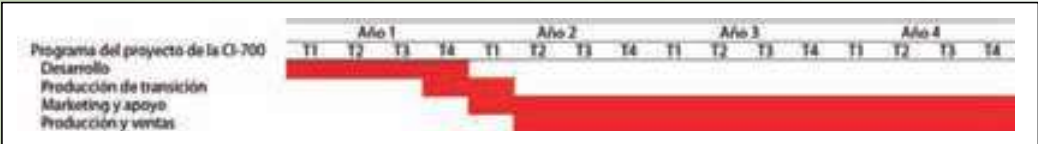
Para completar el modelo es preciso juntar los estimados financieros con la información acerca de los tiempos y esto se hace considerando el programa del proyecto y el plan de ventas. La ilustración 4.3 presenta la información respecto a los tiempos del proyecto para la CI-700 en forma de una gráfica de Gantt. En casi todos los proyectos, un incremento de tiempo en meses o trimestres es lo más indicado. Se estima que el tiempo que falta para llegar al mercado es cinco trimestres y se anticipa que las ventas del producto durarán trimestres.

Un método simple para organizar el flujo de efectivo del proyecto es utilizar una hoja de cálculo. Los renglones de ésta representan las distintas categorías del flujo de efectivo, mientras que las columnas representan los sucesivos periodos. Para no complicar las cosas, se supone que el índice del flujo de efectivo para todas las categorías es constante a lo largo de un periodo cualquiera. Por ejemplo, el gasto total de desarrollo de 5 millones de dólares durante un año es asignado en montos iguales a cada uno de los cuatro trimestres. Por supuesto que en la práctica los valores se pueden ordenar de la manera que mejor represente el pronóstico del equipo en tanto de los flujos de dinero. Se multiplica la cantidad de ventas de unidades por el precio unitario para obtener el total de ingresos del producto en cada periodo. Asimismo, se multiplica la cantidad de unidades producidas por el costo de producción de la unidad para obtener el costo total de producción de cada periodo. La ilustración 4.4 presenta la hoja de cálculo resultante.

El cálculo del VPN requiere que se determine el flujo de efectivo neto para cada periodo y, a continuación, que este flujo sea convertido a su valor presente (su valor en dólares en la fecha corriente), como muestran los renglones finales de la ilustración 4.5. Por ejemplo, piense en los cálculos para el año 3, primer trimestre:

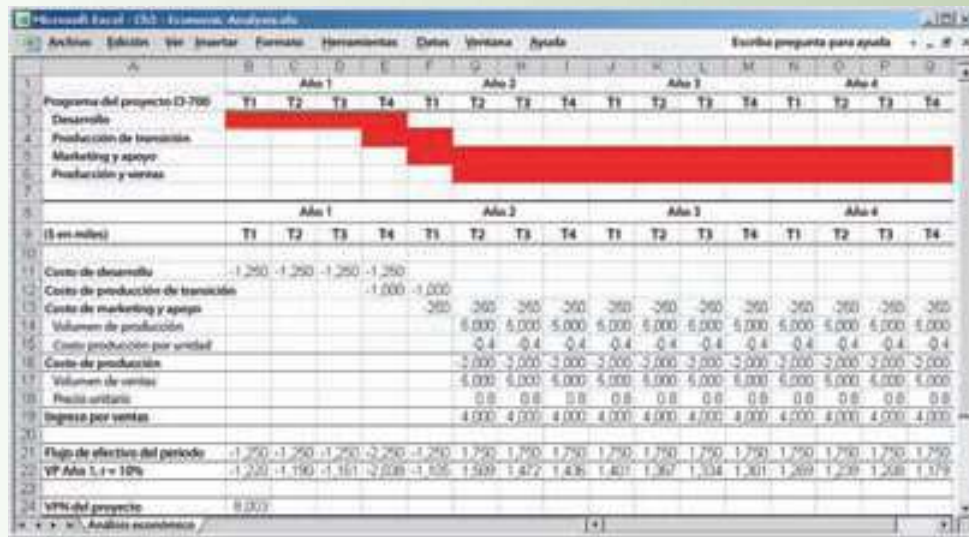
ilustración 4.3

Programa del proyecto de la CI-700, desde el inicio hasta su retiro del mercado



Integración de los datos financieros y el programa del proyecto en un informe del flujo de efectivo

ilustración 4.4



Sensibilidad de los costos del desarrollo de la CI-700

ilustración 4.5

CAMBIO DEL COSTO DE DESARROLLO (%)	COSTO DE DESARROLLO (MILES \$)	CAMBIO DEL COSTO DE DESARROLLO (MILES \$)	CAMBIO DEL VPN (%)	VPN (MILES \$)	CAMBIO DEL VPN (MILES \$)
50	7 500	2 500	-29.4	5 791	-2 412
20	6 000	1 000	-11.8	7 238	-964
10	5 500	500	-5.9	7 721	-482
Caso base	5 000	Caso base	0.0	8 203	0
-10	4 500	-500	5.9	8 685	482
-20	4 000	-1 000	11.8	9 167	964
-30	2 500	-2 500	29.4	10 615	2 412

1. El flujo de efectivo del periodo es la suma de las entradas y las salidas.

Costo de marketing	\$-250 000
Ingreso de producto	4 000 000
Costo de producción	-2 000 000
Flujo de efectivo del periodo	\$1 750 000

2. El valor presente del flujo de efectivo de este periodo descontado a 10% por año (2.5% por trimestre) remontado al primer trimestre del año 1 (un total de nueve trimestres) es de 1 401 275 dólares. (El Suplemento A repasa los conceptos y las funciones de la hoja de cálculo para calcular el valor presente, el valor presente neto y la tasa de descuento.)

$$\frac{\$1\,750\,000}{1.025^9} = \$1\,401\,275$$

3. El VPN del proyecto es la suma de los flujos de efectivo descontados para cada uno de los periodos, esto es 8 002 819 dólares. (Nótese que en la hoja de cálculo las cifras se han redondeado al millar más cercano.)

El VPN de este proyecto, según el modelo del caso base, es positivo, por lo cual el modelo apoya y es congruente con la decisión de proseguir el desarrollo. Estos modelos también se utilizan para apoyar decisiones de inversiones importantes. Por ejemplo, supóngase que Polaroid tiene que decidir entre dos instalaciones distintas de producción, con costos distintos de transición, producción y apoyo. El equipo podría crear un modelo para cada uno de los dos escenarios y, a continuación, comparar los VPN. El escenario que tuviera el VPN más alto apoyaría mejor la decisión de la inversión. A continuación, se aborda el análisis de la sensibilidad como técnica para estudiar múltiples escenarios para las decisiones de proseguir con el desarrollo del producto.

ANÁLISIS DE LA SENSIBILIDAD PARA ENTENDER

LOS RETOS DE UN PROYECTO

El análisis de la sensibilidad utiliza el modelo financiero para contestar preguntas del tipo “qué pasaría si...” mediante el cálculo del cambio del VPN correspondiente a un cambio en los factores incluidos en el modelo. Por ejemplo, considere la sensibilidad del VPN a los cambios en el costo de desarrollo. Si se aplican cambios incrementales al costo de desarrollo, manteniendo constantes otros factores, se podrá observar el efecto incremental en el VPN del proyecto. Por ejemplo, ¿cuál será el cambio del VPN si el costo de desarrollo disminuye 20%? Un decremento de 20% reduciría el gasto total de desarrollo de 5 millones de dólares a 4 millones de dólares. Si el tiempo de desarrollo se limita a un año, entonces el gasto por trimestre disminuiría de 1.25 millones de dólares a 1 millón de dólares. Este cambio se asienta simplemente en el modelo y se calcula el VPN resultante.

Un decremento de 20% en el costo de desarrollo incrementará el VPN a 9 167 000 dólares. Esto representa un incremento de 964 000 dólares y un incremento de 11.8% en el VPN. El caso es extremadamente simple: se supone que se pueden alcanzar las mismas metas del proyecto si se gasta 1 millón de dólares menos en el desarrollo y, por lo tanto, se incrementa el valor presente del proyecto en 1 millón de dólares, en razón del ahorro generado a lo largo de un periodo de un año. La ilustración 4.5 presenta el análisis de la sensibilidad del costo de desarrollo de la CI-700 ante una serie de cambios.

Se pueden crear muchos otros escenarios del proyecto, entre ellos:

1. **Tiempo de desarrollo del proyecto.** Considere el efecto que un incremento de 25% tiene en el tiempo de desarrollo del proyecto. El mismo incrementaría el tiempo de desarrollo de cuatro trimestres a cinco y retrasaría el inicio de la producción de transición, las actividades de marketing y las ventas del producto.
2. **Volumen de ventas.** El incremento de las ventas es un camino muy sólido para incrementar la utilidad. Por supuesto que un decremento de las ventas resultaría en una pérdida sustantiva. Por ejemplo, considere el efecto que un incremento de 25% y un decremento de 25% tendrían en la rentabilidad del nuevo producto.
3. **Costo del producto o precio de venta.** Considere que un incremento de 1 dólar en el precio o un decremento de 1 dólar en el costo producen un incremento de 1 dólar en la utilidad. Por supuesto que el incremento de 1 dólar en el precio podría tener repercusiones para la demanda. Con frecuencia es muy útil estudiar los escenarios que se refieren a estos parámetros.
4. **Costo de desarrollo.** Un dólar gastado o ahorrado en el costo de desarrollo tiene un valor equivalente al valor presente del dólar para el valor del proyecto.

Los modelos financieros y los análisis de la sensibilidad son potentes instrumentos para apoyar las decisiones relativas al desarrollo de productos, pero las técnicas tienen limitaciones importantes. Muchas personas sostienen que los análisis financieros rigurosos son necesarios para que haya disciplina y control en el proceso de creación de un producto. Otras argumentan que el análisis financiero sólo aborda cantidades mensurables y que muchas veces resulta extremadamente difícil prever esos valores con exactitud. El análisis dependerá de la calidad de los supuestos que se incluyan en el modelo, por lo cual es preciso considerar estas limitaciones. Las más importantes podrían ser las que argumentan que las actividades asociadas a los modelos económicos resultan sumamente caras y pueden disminuir en grado sustantivo la productividad asociada a las actividades reales de la creación del producto. Su argumento es que el tiempo de desarrollo que podría ser productivo se dedica a preparar los análisis y las juntas y que el efecto acumulado de este tiempo dedicado a la planeación y la revisión incrementa sustantivamente los costos de desarrollo.

Los equipos de desarrollo deben comprender las ventajas y las limitaciones de las técnicas y deben evitar la creación de una burocracia paralizante en torno a la realización de nuevos productos. El desarrollo de nuevos productos debe ser un proceso que alimente la innovación y la creatividad. El objeto de los modelos económicos es tan sólo garantizar que el equipo esté tomando decisiones atinadas en términos económicos.

DISEÑO PENSANDO EN EL CLIENTE

Antes de tratar con detalle el porqué y el cómo del diseño y la producción de artículos es conveniente reflexionar (o, tal vez, para ser exactos, editorializar) sobre el tema del diseño del producto desde el punto de vista del usuario. En años recientes, las compañías han estado tan atrapadas con las actividades y los adelantos tecnológicos (sobre todo en el terreno de la electrónica) que, en algún punto del camino, olvidaron a los clientes. El término *diseño industrial* se refiere a diseñar pensando en la estética y el usuario. IDEO es una de las compañías de diseño industrial más exitosas del mundo. La sección titulada “Desarrollo de productos de IDEO. ¿La creatividad se puede aprender?”, al principio de este capítulo, describe el proceso singular que usa esa compañía.

El diseño industrial podría ser el área más denostada por los fabricantes. Cuando los usuarios se sienten frustrados con algún producto (al fijar las opciones en el teléfono celular, reparar un automóvil, ajustar el termostato de un horno computarizado u operar un teléfono de tarjeta en el aeropuerto), casi todos han dicho: “¿Deberían obligar al cretino que diseñó esto a que él mismo lo use!” Muchas veces, las piezas son inaccesibles, la operación es demasiado complicada o no existe una lógica para fijar instrucciones o controlar la unidad. En algunas ocasiones, se presentan condiciones incluso más graves: los bordes metálicos son filosos y los consumidores se cortan la mano tratando de llegar a un punto para hacer un ajuste o una reparación. Muchos productos tienen demasiadas características tecnológicas, muchas más de las que se necesitan. Casi todas las personas que compran productos electrónicos no los saben operar en su totalidad y sólo utilizan una pequeña cantidad de las características que ofrecen. Esto ha ocurrido porque los chips de computadora son muy baratos y, por lo mismo, añadir más controles cuesta casi nada. Incluir un reloj con alarma o una calculadora en un horno de microondas cuesta muy poco. ¿Pero los necesita? ¿Qué ocurre cuando usted pierde el manual del usuario de alguno de estos complejos aparatos? ¿Por qué le brinda tan poca ayuda el ícono de “Ayuda” de su computadora? ¿Dónde ha quedado la voz del cliente?

DESPLIEGUE DE LA FUNCIÓN DE CALIDAD

Un enfoque para que la voz del cliente tenga cabida en la especificación del diseño de un producto es el **despliegue de la función de calidad** (DFC).⁴ Toyota Motor Corporation ha declarado que la reducción de los costos de sus autos en más de 60%, en razón de la considerable reducción de los tiempos de diseño, se debe a este enfoque, el cual utiliza equipos interfuncionales para el marketing, la ingeniería de diseño y la producción.

El proceso del DFC empieza por estudiar y escuchar a los clientes con el objeto de determinar las características de un producto superior. Con base en las investigaciones de mercado, se definen las necesidades y las preferencias de los consumidores de un producto y, a continuación, se dividen en categorías llamadas *requerimientos del cliente*. Un ejemplo es el caso del fabricante de automóviles que quiere mejorar el diseño de la puerta de un auto. Con base en encuestas y sondeos de opinión de los clientes, establece que dos requerimientos importantes de los clientes en relación con una puerta de automóvil son que “permanezca abierta en una colina” y que “sea fácil de cerrar desde fuera”. Una vez que se han definido los requerimientos de los clientes, éstos son ponderados de acuerdo con la importancia relativa que tienen para el cliente. Así, se pide al consumidor que compare y califique los productos de la compañía frente a los de sus competidoras. Este proceso ayuda a la compañía a determinar las características del producto que son importantes para el consumidor y a evaluar su producto en relación con otros. El resultado final es que se sabe mejor cuáles son las características del producto que se deben mejorar y que se enfoca en ellas.

La información acerca de los requerimientos de los clientes sienta las bases para una matriz llamada la **casa de la calidad** (véase la ilustración 4.6). Cuando el equipo interfuncional del DFC construye una matriz de la casa de la calidad puede utilizar la retroalimentación proporcionada por los clientes para tomar decisiones de la ingeniería, el marketing y el diseño. La matriz ayuda al equipo a traducir los requerimientos de los clientes a metas concretas de operaciones o ingeniería. Se deciden conjuntamente cuáles son las características importantes del producto y las metas de la mejora, y se detallan dentro de la casa. El proceso propicia que distintos departamentos trabajen estrechamente unos con otros y el resultado es una mejor comprensión de las metas y las cuestiones que interesan a los demás. No obstante, el beneficio más importante de la casa de la calidad es que ayuda al equipo a concentrarse en crear un producto que satisfaga a los clientes.

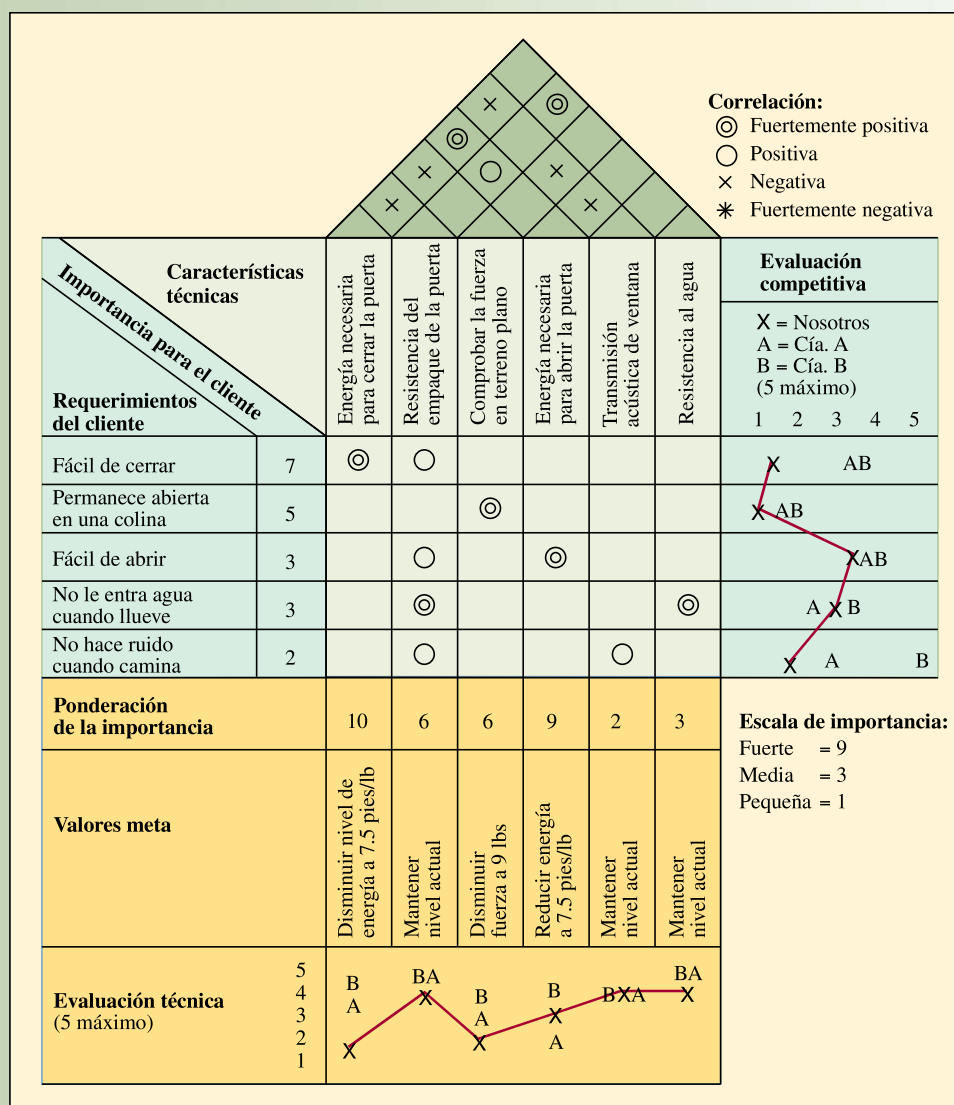
El primer paso para construir la casa de la calidad es elaborar una lista de los requerimientos de los clientes con respecto al producto. Estos requerimientos se deben clasificar por orden de importancia. A continuación, se pide a los clientes que comparen el producto de la compañía con los de la competencia. Después,

Despliegue de la función de calidad

Casa de la calidad

ilustración 4.6

Matriz terminada de la casa de la calidad para la puerta de un automóvil

Fuente: Basado en J.R. Hauser y D. Clausing, "The House of Quality", *Harvard Business Review*, mayo-junio de 1988, pp. 62-73.

se elabora una lista de características técnicas del producto. Estas características técnicas deben estar directamente relacionadas con los requerimientos de los clientes. Una evaluación de estas características sustentará o refutará la percepción que el cliente tiene del producto. A continuación, se usan los datos para evaluar las fortalezas y las debilidades del producto en términos de sus características técnicas.

ANÁLISIS DEL VALOR/INGENIERÍA DEL VALOR

Otra manera de tomar en cuenta a los clientes cuando se diseñan los productos es analizando el "valor" que encuentran en el producto final. Dado que es muy importante que el valor sea parte del diseño de los productos, se describe brevemente el análisis del valor y la ingeniería del valor. El objeto del **análisis del valor/ingeniería del valor (AV/IV)** es simplificar los productos y los procesos. Su meta es lograr un desempeño equivalente o mejor a un costo inferior, al mismo tiempo que se conservan todos los requerimientos del funcionamiento que ha definido el cliente. El AV/IV hace esto identificando costos innecesarios y eliminándolos. En términos técnicos, el AV se refiere a productos que ya se están produciendo y

se utiliza para analizar las especificaciones y los requerimientos del producto tal como aparecen en los documentos de producción y las solicitudes de compra. Por lo general, los departamentos de compras usan el AV como una técnica para abatir costos. Cuando se efectúa antes de la etapa de producción, se considera que la ingeniería del valor es un método para evitar costos. Sin embargo, en la práctica, existe un enlace que va y viene entre los dos en el caso de un producto dado. Esto se debe a que los nuevos materiales, procesos y demás requieren que se apliquen las técnicas del AV a los productos que han sido sometidos antes a la IV. El enfoque del análisis AV/IV implica lluvias de ideas con preguntas como:

¿El artículo tiene algunas características de diseño que no son necesarias?

¿Dos o más piezas se pueden combinar para formar una sola?

¿Cómo se puede disminuir el peso?

¿Existen piezas no estándares que se puedan eliminar?

En la siguiente sección se describe un enfoque más formal, mismo que se suele utilizar para guiar el proceso del diseño de productos y para mejorar el diseño.

DISEÑO PARA LA FABRICACIÓN Y EL MONTAJE DE PRODUCTOS

La palabra *diseño* tiene distintos significados. Para algunas personas, significa el diseño estético de un producto, como la forma exterior de un automóvil o el color, la textura y la forma de la caja de un abrelatas. En otro sentido, diseño significa establecer los parámetros básicos de un sistema. Por ejemplo, antes de considerar los detalles, el diseño de una planta de energía significaría establecer las características de diversas unidades, como los generadores, las bombas, los calentadores, la tubería de conexión, etcétera.

Otra interpretación más de la palabra *diseño* es detallar los materiales, las formas y la tolerancia de las piezas individuales de un producto. Éste será el tema de esta sección. Se trata de una actividad que empieza con bocetos de las partes y las piezas y, a continuación, avanza a la estación de trabajo de diseño asistido por computadora (CAD por sus iniciales en inglés y que se explica en el suplemento sobre la Tecnología de Operaciones al final de este libro), donde se producen los planos de la pieza con sus partes detalladas. Por lo general, estos planos se pasan a los ingenieros de producción y montaje que son los encargados de optimizar el proceso utilizado para fabricar el producto final. En esta etapa es frecuente que surjan problemas de producción y ensamble y que se requiera aplicar cambios al diseño. Estos cambios al diseño muchas veces son mayores y dan por resultado un gasto adicional considerable y retrasan la liberación del producto final.

Por tradición, la actitud de los diseñadores ha sido “Nosotros lo diseñamos y ustedes lo construyen”, la cual se ha llamado “el enfoque del otro lado del muro”, en cuyo caso el diseñador sentado de un lado del muro arroja el diseño sobre el mismo para que lo reciban los ingenieros de producción. A continuación, estos ingenieros deben resolver los problemas que surgen porque ellos no participaron en las actividades del diseño. Un camino para superar este problema consiste en consultar a los ingenieros de producción durante la etapa del diseño. El trabajo en equipo resultante evita muchos de los problemas que podrían surgir. Estos equipos de ingeniería concurrente requieren de instrumentos de análisis que les ayuden a estudiar los diseños propuestos y a evaluarlos desde el punto de vista de la dificultad y el costo por manufacturarlos.

¿CÓMO FUNCIONA EL DISEÑO

PARA LA FABRICACIÓN Y EL MONTAJE (DPFM)?

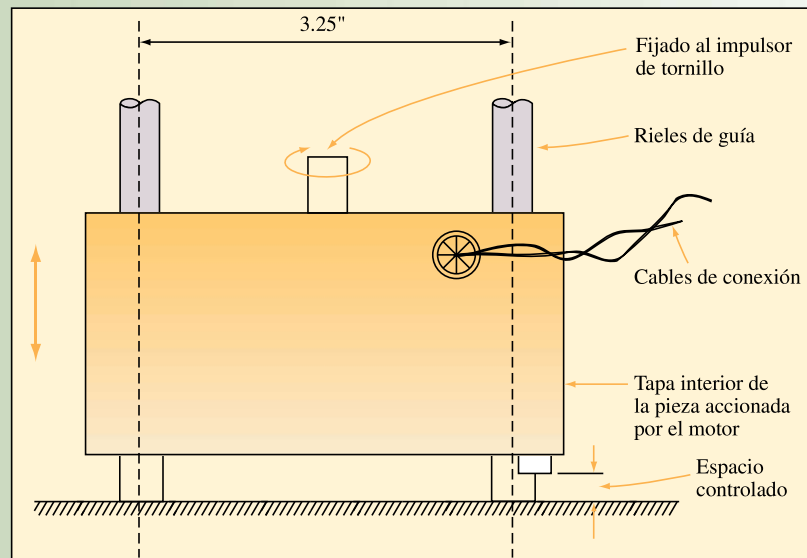
Hay que seguir un ejemplo desde la etapa de concepción del diseño.⁵ La ilustración 4.7 presenta la pieza accionada por un motor que se requiere para percibir y controlar su posición sobre una guía de dos rieles



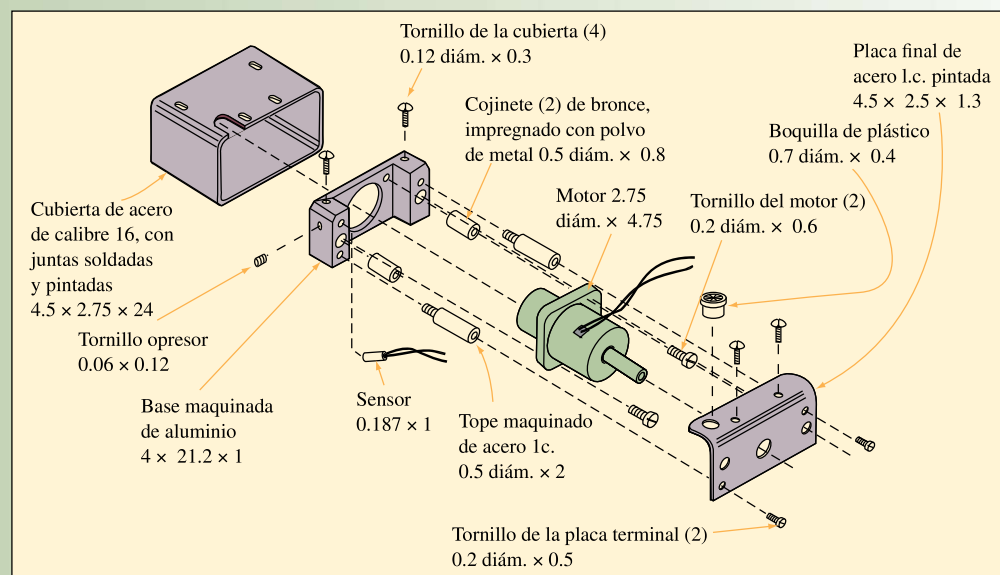
La creación de prototipos rápidos combinada con los instrumentos del DPFM no sólo determinará si un producto cumplirá con las funciones de su diseño, sino qué tan bien lo hará y durante cuánto tiempo. Usado al principio del ciclo del diseño, lleva a diseños más sólidos para su manufactura, montaje y el uso del producto y permite efectuar cambios críticos antes de que se aplique el maquinado costoso. La estética y funcionalidad de un producto se consideran juntas y dan por resultado productos construidos con una funcionalidad óptima, materiales correctos y armado eficiente.

ilustración 4.7

Configuración de la pieza accionada por un motor requerido

**ilustración 4.8**

Diseño propuesto para accionamiento por motor



de acero. Por ejemplo, podría ser el motor que controla una ventana eléctrica en un establecimiento de McDonald's que ofrece servicio en su coche. El motor debe estar totalmente cubierto y debe tener una cubierta removible que permita el acceso para ajustar el sensor de posición. Un requerimiento mayor es que debe contar con una base rígida, diseñada para que permita el deslizamiento hacia arriba y hacia

abajo por la guía de rieles, que será el soporte del motor y el sensor de ubicación. El motor y el sensor tienen cables que los conectan a la unidad de control y a la fuente de energía.

La ilustración 4.8 contiene una solución propuesta. Se han insertado dos casquillos a la base para que los orificios no se desgasten. El motor se ha sujetado a la base con dos tornillos y hay un orificio por el que pasa el sensor cilíndrico, el cual ha sido sujetado con un tornillo opresor. Las cubiertas requeridas se presentan en forma de una placa terminal, atornillada a dos topes que han sido atornillados a la base. A efecto que los cables no produzcan un corto al tocar la cubierta de metal cuando se desgasten, en la placa terminal se ha insertado un casquillo de plástico por el que pasa el cable. Por último, una tapa deslizante, con forma de caja, entra sobre la pieza entera por la parte inferior de la base y se fija con cuatro tornillos, dos de los cuales fijan a la base y dos a la cubierta final.

Las 19 piezas del diseño actual se deben armar para formar la pieza accionada por un motor. Las piezas son dos subensambles (el motor y el sensor), ocho piezas principales adicionales (cubierta, base, dos cojinetes, dos topes, un casquillo de plástico y la placa terminal) y nueve tornillos.

Las mejoras más importantes en el DPFM surgen de que el producto se ha simplificado reduciendo el número de piezas sueltas. A efecto de guiar al diseñador para que reduzca el número de piezas, la metodología presenta tres criterios para que estudie cada pieza que será añadida al producto durante el montaje:

1. Durante el funcionamiento del producto, ¿la pieza se mueve en relación con las otras piezas que han sido armadas?
2. ¿La pieza debe ser de material distinto al de las piezas que han sido armadas o debe quedar aislada de ellas?
3. ¿La pieza debe ir separada de todas las demás para que el producto se pueda desarmar para ajustarlo o darle mantenimiento?

La aplicación de estos criterios al diseño propuesto seguiría los pasos siguientes:

1. **Base.** Dado que es la primera pieza que se arma, no se puede combinar con ninguna otra pieza, por lo cual, en teoría, es una pieza necesaria.
2. **Cojinetes (2).** No satisfacen el segundo criterio. Así que, en teoría, la base y los cojinetes podrían ser del mismo material.
3. **Motor.** Es una subpieza que se le compra a un proveedor. Los criterios no son aplicables.
4. **Tornillos del motor (2).** En la mayor parte de los casos, no es necesario tener piezas separadas para sujetar algo porque se puede integrar al diseño alguna forma de sujeción (por ejemplo, se podría colocar la pieza a presión).
5. **Sensor.** Se trata de otra subpieza estándar.
6. **Tornillo opresor.** Similar al punto 4, por lo cual no sería necesario.
7. **Topes (2).** No cumplen con el segundo criterio; podrían ir incorporados a la base.
8. **Placa terminal.** Debe ir separada para poder desarmarla (se aplica el criterio tres).
9. **Tornillos de la placa terminal (2).** No se necesitarían.
10. **Casquillo de plástico.** Podría ser del mismo material que la placa terminal y, por lo tanto, iría combinado con ella.
11. **Tapa.** Podría ir combinada con la placa terminal.
12. **Tornillos de la tapa (4).** No son necesarios.

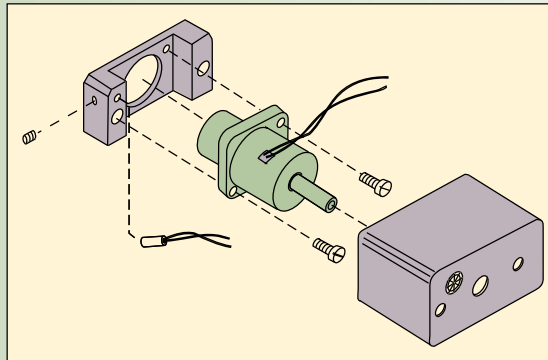
Con base en este análisis, se puede ver que si las subpiezas del motor y el sensor se pudieran colocar a presión o se atornillaran a la base y que si se diseñara una cubierta de plástico que se colocara a presión, entonces sólo se necesitarían 4 elementos separados, en lugar de 19. En teoría, estos cuatro elementos representan el número mínimo necesario para cumplir con las restricciones del diseño del producto.

En este punto, la justificación de por qué se deberían incluir las piezas que están más allá del mínimo depende del equipo de diseño. La justificación puede estar fundada en consideraciones prácticas, técnicas o económicas. En este ejemplo cabría argumentar que se necesitan dos tornillos para fijar el motor y que se necesita un tornillo opresor para sujetar el sensor, porque otra alternativa no sería práctica para un producto de bajo volumen como éste. No obstante, se podría mejorar el diseño de estos tornillos incluyendo puntos piloto para facilitar el montaje.

La ilustración 4.9 es un esquema de la pieza accionada por un motor que ha sido rediseñada y ahora sólo requiere de siete partes separadas. Nótese cómo se han eliminado piezas. La nueva cubierta de plástico ha sido diseñada de modo que se coloca a presión sobre la placa de la base. Este nuevo producto es mucho más sencillo de armar y será mucho menos caro en razón de que lleva menos piezas.

ilustración 4.9

Rediseñado de la pieza accionada por motor después del análisis del diseño de la pieza (ADP)

**DISEÑO DE PRODUCTOS DE LOS SERVICIOS**

Un empleado de Disneylandia fotografía a un grupo de visitantes de modo que ajusta con la experiencia del servicio.

Como se vio en la sección anterior, el diseño detallado de productos fabricados se concentra en reducir el número de partes que lleva una pieza y en diseñar el producto de tal manera que se pueda producir con eficiencia. Los productos de los servicios son muy diferentes porque el cliente tiene una participación directa en el proceso. Esta participación del cliente provoca que el proceso sea mucho más variable en cuanto al tiempo que toma servir al cliente y también al grado de conocimiento que requieren los empleados de la empresa. Algunas de las preguntas que se deben abordar cuando se diseña un servicio son: ¿cómo se abordará esta variable y cuáles son sus implicaciones para el costo operativo y para la forma en que el cliente experimenta el servicio?

Cuando se crea un nuevo servicio o se modifica uno existente el tema de cómo se acoplará con el cliente es muy importante. Frei plantea los tres factores generales siguientes para determinarlo: el acoplamiento con la experiencia del servicio, el acoplamiento de las operaciones y las repercusiones para las finanzas.⁶

1. **Acoplamiento de la experiencia del servicio.** Significa que el nuevo servicio debe ajustar con la experiencia del servicio que tiene el cliente. Por ejemplo, Disneylandia ha empezado a distribuir a empleados con cámaras por todo el parque, en lugares memorables, que ofrecen sacar fotos a los clientes, las cuales podrán ver en línea después. Como parte de la experiencia general del servicio que promete hacer los sueños realidad y registrarlos, esto ajusta muy bien con la experiencia del servicio. Sin embargo, algunos servicios, como un lavado de autos con un restaurante en el área de espera, se complementan mucho menos.
2. **Acoplamiento de las operaciones.** Hasta las mejores ideas de servicios necesitan del apoyo de las operaciones para llevarlas a cabo. Un ejemplo sería el caso de los supermercados que decidieron ofrecer entregas a domicilio. Aun cuando esto pareciera una extensión lógica de la experiencia del servicio, requería de habilidades enteramente nuevas para su operación, como elegir los perecederos que solicitaban los clientes y entregar alimentos congelados.
3. **Repercusiones para las finanzas.** El diseño y la implementación de un nuevo servicio resultan costosos y deben estar justificados en términos financieros. Aun cuando la introducción de un nuevo servicio se suele ver en el sentido positivo de que producirá ganancias, también se puede ver como algo para no perder clientes valiosos.

Complejidad y divergencia Un camino muy útil para analizar si un nuevo servicio embona con las operaciones consiste en especificar la *complejidad* y la *divergencia* que existe entre el proceso del servicio propuesto y el proceso del servicio básico. La complejidad se refiere al número de pasos que implica un servicio y a las posibles medidas que se pueden tomar en cada paso. La divergencia se refiere

Alternativas para la estructura de un restaurante familiar⁷

ilustración 4.10

NOMBRE DEL PROCESO	MENOR COMPLEJIDAD/DIVERSIDAD	PROCESO ACTUAL	MAYOR COMPLEJIDAD/DIVERGENCIA
Reservaciones	Sin reservaciones	Con reservaciones	Elección de mesas específicas
Acomodo	Los comensales se sientan	Un anfitrión acompaña a los comensales a la mesa	El capitán acompaña a los comensales a su mesa, saca las sillas para que se sienten y les coloca las servilletas sobre el regazo
Cartas	Sin cartas	Cartas en la mesa	Recita la carta, describe los platos fuertes y los especiales
Pan	Sin pan en las mesas	Pan y mantequilla en las mesas	Distintos panes frescos y botanas en las mesas
Órdenes	Los comensales se sirven haciendo fila en un buffet	El mesero toma las órdenes	El capitán toma las órdenes personalmente en las mesas
Ensaladas	Mesa de ensaladas	Según las ordenadas	Preparadas individualmente junto a la mesa
Plato fuerte	El buffet ofrece platos fuertes	Plato fuerte (15 opciones)	Expandir a 20 opciones; incluir flameado o dorado de platillos, quitar las espinas del pescado junto a la mesa
Postres	Mesa de postres	Seis opciones	Expandir a 12 opciones
Bebidas	Los comensales toman sus bebidas de la estación de bebidas	Seis opciones	Añadir cafés exóticos, carta de vinos, licores
Servicio en la mesa	Sin servicio	Servir las órdenes	Servicio con varios tiempos; pimienta molida a mano
Pago	Pago al entrar al buffet	Cobrar cuentas	Varias formas de pago, inclusive cuentas de abonados
Limpieza de las mesas	Se pide a los comensales que ellos mismos retiren los platos de las mesas	Garrotero limpia la mesa al final	Garrotero limpia la mesa a lo largo de la comida

al número de formas en que la interacción entre el cliente y el prestador del servicio pueden variar en cada paso de acuerdo con las necesidades y las capacidades de cada uno de ellos. El resultado puede ser una combinación de mayor complejidad/divergencia en algunos pasos y menor en otros. Lo anterior sirve para determinar los distintos recursos requeridos, como las habilidades de los trabajadores, la distribución y los controles del proceso. Por ejemplo, el restaurante familiar hipotético que presenta la ilustración 4.10 está considerando la posibilidad de cambiar su servicio con la intención de crear un nuevo formato para el proceso. En el proceso actual, un formato de servicio mínimo presentaría menor complejidad/divergencia, mientras que un formato de escala alta tendría mayor complejidad/divergencia.

MEDICIÓN DEL DESEMPEÑO DEL DESARROLLO DE PRODUCTOS

Existe evidencia sólida de que la generación de una cantidad constante de nuevos productos para el mercado es sumamente importante en el tema de la competitividad. A fin de tener éxito, las empresas deben responder a las necesidades cambiantes de los clientes y a los movimientos de sus competidores. La capacidad para identificar oportunidades, montar las actividades del desarrollo y llevar al mercado nuevos productos y procesos con rapidez es crítica. Las empresas también deben llevar los nuevos productos y procesos al mercado con eficiencia. Dado que el número de nuevos productos y de nuevas tecnologías de procesos ha incrementado mientras que las vidas de los modelos y los ciclos de vida han menguado, ahora las empresas deben iniciar una mayor cantidad de proyectos de desarrollo que antes y éstos deben emplear una cantidad bastante más pequeña de recursos por proyecto.

Por ejemplo, en el mercado de automóviles de Estados Unidos, el crecimiento de modelos y de segmentos de mercado en los pasados 25 años ha significado que una compañía automotriz debe iniciar una cantidad de proyectos de desarrollo cuatro veces mayor tan sólo para mantener la posición de su participación de mercado. Sin embargo, los volúmenes menores por modelo y las vidas más breves de los diseños significan que los requerimientos de recursos deben bajar en forma drástica. Para no dejar de ser competitivo se requiere de actividades de ingeniería, diseño y desarrollo muy eficientes.

La medición del éxito del desarrollo de productos se clasifica con base en las medidas que van desde la velocidad y la frecuencia para llevar los nuevos productos a la línea, hasta la productividad del proceso de desarrollo mismo y la calidad de los productos que se introducen de hecho (véase la ilustración 4.11).

ilustración 4.11**Medidas del desempeño de proyectos de desarrollo**

DIMENSIONES DEL DESEMPEÑO	MEDIDAS	EFFECTO EN LA COMPETITIVIDAD
Tiempo para llegar al mercado	Frecuencia de introducciones de nuevos productos	Capacidad de respuesta a clientes/competidores
	Tiempo entre el concepto inicial y la introducción al mercado	Calidad del diseño-cercanía al mercado
	Número iniciado y número terminado	Frecuencia del proyecto-vida del modelo
	Reales <i>versus</i> planeados	
	Porcentaje de ventas derivadas de nuevos productos	
Productividad	Horas de ingeniería por proyecto	Número de proyectos: originalidad y envergadura de la línea
	Costo de materiales y maquinado por proyecto	Frecuencia del proyecto: aspectos económicos del desarrollo
	Real <i>versus</i> planeada	
Calidad	Conformación: confiabilidad del uso	Reputación: lealtad de los clientes
	Diseño: desempeño y satisfacción del cliente	Atractivo relativo para los clientes: participación de mercado
	Rendimiento: fábrica y campo	Rentabilidad: costo de un servicio permanente

Fuente: Reproducido con autorización de The Free Press, una División de Simon & Schuster Adult Publishing Group, de S. C. Wheelwright y K.B. Clark, *Revolutionizing Product Development: Quantum Leaps in Speed, Efficiency, and Quality*, pp. 6-8. Derechos de copia© 1992 de Steven C. Wheelwright y Kim B. Clark. Todos los derechos reservados.

En conjunto, el tiempo, la calidad y la productividad definen el desempeño del desarrollo y en combinación con otras actividades (ventas, producción, publicidad y servicio al cliente) determinan el efecto que el proyecto tiene en el mercado y su rentabilidad.

CONCLUSIÓN

El desarrollo de productos es un gran desafío que tiene repercusiones directas en el éxito de la empresa a largo plazo. La administración efectiva del proceso requiere de un esfuerzo integral que involucre a todas las áreas funcionales de la empresa. Este capítulo habló de un proceso genérico para desarrollar productos y consideró cómo se modifica el proceso en el caso de diversos tipos de productos. Un plan económico que liga los tiempos de las distintas actividades para desarrollar el producto y el presupuesto para el proyecto es fundamental para tomar buenas decisiones a medida que avanza el proceso. En el capítulo también se analiza brevemente cómo la perspectiva del cliente se puede incorporar al proceso de diseño del producto. El diseño de un producto que se pueda producir con eficiencia es un ejercicio interesante de ingeniería que se plantea someramente en el capítulo. También se habla de cómo evaluar el ajuste de un servicio nuevo o modificado cuando se desarrollan nuevos productos de los servicios. Por último, se mencionan diversas medidas que sirven para vigilar las actividades del diseño de productos de una empresa.

VOCABULARIO BÁSICO

Fabricante por contrato Organización con capacidad para fabricar y/o adquirir todos los componentes que se necesitan para producir un producto o aparato terminados.

Competencia central Aquello que una empresa puede hacer mejor que sus competidoras. La meta es tener una competencia central que genera una ventaja competitiva a largo plazo para la compañía.

Ingeniería concurrente Pone énfasis en la integración interfuncional y el desarrollo concurrente de un producto y sus procesos asociados.

Despliegue de la función de calidad (DFC) Proceso que ayuda a la compañía a determinar cuáles características son importantes para el consumidor y a evaluar su propio producto en relación con los de otros.

Casa de la calidad Matriz que ayuda al equipo que diseña el producto a traducir los requerimientos de los clientes a metas de operaciones y de ingeniería.

Análisis del valor/ingeniería del valor (AV/IV) Aquel que tiene por objeto simplificar los productos y los procesos logrando un desempeño equivalente o superior, pero a un costo más bajo.

PROBLEMA RESUELTO

VidMark, fabricante de teléfonos celulares, está desarrollando un nuevo modelo (VidPhone X70) que saldrá al mercado cuando termine el desarrollo. El teléfono será revolucionario porque permitirá al usuario hacer llamadas videotelefónicas. VidMark está interesada en conocer el costo y el tiempo del desarrollo. También quiere conocer las ventas estimadas que el nuevo VidPhone X70 registrará en el mercado. La tabla a continuación presenta los costos estimados y los proyectados.

Costo de desarrollo	\$200 000
Tiempo de desarrollo	2 años
Costo de producción de transición	\$750 000
Costo de marketing y apoyo	\$500 000/año
Costo de producción por unidad	\$75
Precio unitario	\$135
Volumen de producción y ventas	
Año 3	40 000
Año 4	50 000
Año 5	40 000

Use los datos anteriores para hacer un análisis del caso base. A continuación se presenta el programa del proyecto con los tiempos de los flujos de efectivo.

PROGRAMA DEL PROYECTO VIDPHONE X70	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Desarrollo					
Producción de transición					
Marketing y apoyo					
Producción y ventas					

VidMark debe responder varias preguntas relativas a este proyecto:

- ¿Cuáles serán los flujos anuales de efectivo y el valor presente (descontado al 12%) de este proyecto? ¿Cuál es su valor presente neto?
- Si las ventas estimadas están equivocadas en 20%, ¿cuáles serán las repercusiones para VidMark?
- Si el costo de producción por unidad es de 85 dólares, ¿cuáles serán las repercusiones para VidMark?
- VidMark considera que puede acortar el tiempo de desarrollo a la mitad si gasta 1 500 000 dólares extra en el desarrollo de este proyecto. Si lanza el producto un año antes, entonces éste tendrá 3 años de vida, pero el pronóstico por iniciar en el año 2 será de 48 000 dólares, 60 000 dólares y 50 000 dólares. ¿Vale la pena que VidMark gaste el dinero extra en el desarrollo?

Solución

- Empiece por crear el escenario del caso base (el análisis está en millares)

PROGRAMA DEL PROYECTO VIDPHONE X70	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Desarrollo	-\$1 000	-\$1 000			
Producción de transición		-\$750			
Marketing y apoyo		-\$500	-\$500	-\$500	-\$500
Volumen de producción			40	50	40
Costo de producción por unidad (dólares)			-\$75	-\$75	-\$75
Costos de producción			-\$3 000	-\$3 750	-\$3 000
Volumen de ventas			40	50	40
Precio unitario (dólares)			\$135	\$135	\$135
Ingresos por ventas			\$5 400	\$6 750	\$5 400
Flujo de efectivo para el periodo	-\$1 000	-\$2 250	-\$1 900	-\$2 500	-\$1 900
VP año 1 $r = 12\%$	-\$1 000	-\$2 009	\$1 515	\$1 779	\$1 207
VPN del proyecto	\$1 493				

A continuación se muestran los flujos de efectivo y el valor presente de los flujos de efectivo. El VPN del proyecto al tenor del caso base es de 1.493 millones de dólares.

b) Si las ventas disminuyen 20%, entonces el VPN del proyecto baja a 378 000 dólares.

PROGRAMA DEL PROYECTO VidPHONE X70	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Flujo de efectivo del periodo	-\$1000	-\$2 250	\$1 420	\$1 900	\$1 420
VP año 1 $r = 12$	-\$1000	-\$2 009	\$1 132	\$1 352	\$902
VPN proyecto	\$378				

Si las ventas incrementan 20%, en tal caso el VPN del proyecto sube a 2.607 millones de dólares. Un cambio de 20% hacia arriba o hacia abajo tiene un efecto considerable en el VPN.

PROGRAMA DEL PROYECTO VidPHONE X70	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Flujo de efectivo del periodo	-\$1000	-\$2 250	\$2 380	\$3 100	\$2 380
VP año 1 $r = 12$	-\$1000	-\$2 009	\$1 897	\$2 207	\$1 513
VPN proyecto	\$2 607				

c) Incremento de los costos de producción por unidad.

PROGRAMA DEL PROYECTO VidPHONE X70	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Flujo de efectivo del periodo	-\$1000	-\$2 250	\$1 500	\$2 000	\$1 500
VP año 1 $r = 12$	-\$1000	-\$2 009	\$1 196	\$1 424	\$953
VPN proyecto	\$564				

El incremento del costo de producción por unidad afectó considerablemente los flujos de efectivo. En lugar de una salida futura de efectivo de 1.3 millones de dólares (un incremento de 130 000 unidades * 10 dólares) provoca un decremento en el valor presente neto de 929 000 dólares (1.493 millones de dólares - .564 millones de dólares). No obstante, según parece, sigue valiendo la pena desarrollar el nuevo teléfono.

d) Éstos son los cambios que propone VidMark:

Costo de desarrollo	\$3 500 000
Tiempo de desarrollo	1 año
Costo de producción de transición	\$750 000
Costo de marketing y apoyo	\$500 000/año
Costo de producción por unidad	\$75
Precio unitario	\$135
Volumen de producción y ventas	
Año 2	48 000
Año 3	60 000
Año 4	50 000

Utilice los datos anteriores para hacer un análisis del caso base. A continuación se presenta el programa del proyecto con los tiempos de los flujos de efectivo.

PROGRAMA DEL PROYECTO VidPHONE X70	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Desarrollo				
Producción de transición				
Marketing y apoyo				
Producción y ventas				

Al parecer, VidMark hará bien en tomarse dos años para desarrollar su nuevo VidPhone X70 porque el VPN del caso base es de 1.493 millones de dólares frente a 1 625 000 dólares del VPN con un desarrollo rápido (véase la tabla siguiente).

PROGRAMA DEL PROYECTO VidPHONE X70	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Desarrollo	-\$3 500			
Producción de transición	-\$750			
Marketing y apoyo	-\$500	-\$500	-\$500	-\$500
Volumen de producción		48	60	50
Costo de producción por unidad (dólares)		-\$75	-\$75	-\$75
Costos de producción		-\$3 600	-\$4 500	-\$3 750
Volumen de ventas		48	60	50
Precio unitario (dólares)		\$135	\$135	\$135
Ingresos por ventas		\$6 480	\$8 100	\$6 750
Flujo de efectivo para el periodo	-\$4 750	\$2 380	\$3 100	\$2 500
VP año 1 $r = 12\%$	-\$4 750	\$2 125	\$2 471	\$1 779
VPN del proyecto	\$1 625			

PREGUNTAS DE REPASO Y DISCUSIÓN

1. Describa el proceso genérico del desarrollo de productos que presenta este capítulo. ¿Este proceso cambia en el caso de los productos “impulsados por la tecnología”?
2. Explique la filosofía de diseño del producto que sustenta el diseño industrial y el diseño para la manufactura y el ensamble. ¿Cuál considera que es más importante para un desarrollo de productos enfocado hacia el cliente?
3. Explique los incrementos basados en el diseño que se presenta con frecuencia en el rediseño de un producto a lo largo de su vida. ¿Cuáles son las ventajas y las desventajas de esta idea?
4. ¿Qué factores se deben considerar en el desarrollo de productos antes de introducir un nuevo producto?
5. ¿El enfoque del DFC cómo ayuda? ¿Cuáles son algunas de las limitaciones del enfoque del DFC?
6. ¿Los conceptos de la complejidad y la divergencia son aplicables a una compañía que realiza sus ventas en línea como Dell Computer?

EJERCICIO POR INTERNET PARA SU ENRIQUECIMIENTO

Piense en un producto o servicio que ya se produce y que le interesa comprar. Con base en los conceptos del despliegue de la función de calidad (DFC), cree una matriz de 3 por 3 de una “Casa de la calidad” (tres requerimientos del cliente traducidos a tres requerimientos técnicos) para este producto o servicio, rellenoando todas las secciones correspondientes de la matriz. Para referencia y ayuda con este ejercicio, acceda al tutorial interactivo que se proporciona en <http://www.gsm.mq.edu/au/cmit/>.

PROBLEMAS

1. Tuff Wheels se estaba preparando para iniciar su proyecto de desarrollo de un nuevo producto que se sumaría a su pequeña línea de vehículos motorizados para niños. El nuevo producto se llama Kiddy Dozer. Parecerá una excavadora miniatura, con todo y sus ruedas de oruga y su pala. Tuff Wheels ha pronosticado la demanda y el costo por desarrollar y producir el nuevo Kiddy Dozer. La tabla que se presenta a continuación contiene la información relevante de este proyecto.

Costos de desarrollo	\$1 000 000
Tiempo estimado de desarrollo	9 meses
Prueba piloto	\$200 000
Costo de producción de transición	\$400 000
Costo de marketing y apoyo	\$150 000 por año
Costo de producción y ventas	\$60 000 por año
Costo de producción por unidad	\$100
Precio unitario	\$170
Tasa de interés	8%

Tuff Wheels también ha presentado el plan del proyecto que se muestra a continuación. En él se puede ver que la compañía considera que la vida del producto será de tres años hasta que sea preciso crear un nuevo producto.

PROGRAMA DEL PROYECTO KIDDY DOZER	Año 1				Año 2				Año 3				Año 4			
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
Desarrollo																
Pruebas piloto																
Producción de transición																
Marketing y apoyo																
Producción y ventas																

- a) ¿Cuáles son los flujos anuales de efectivo de este proyecto y su valor presente (descontado a 8%)?
¿Cuál es el valor presente neto?
- b) ¿Si las ventas anuales son, de hecho, 50 000 dólares al año o 70 000 dólares al año, ¿cuál será su efecto para el Kiddy Dozer?
- c) ¿Qué efecto tiene cambiar la tasa de descuento a 9, 10 u 11 por ciento?
2. Perot Corporation está desarrollando un nuevo chip para CPU basado en un nuevo tipo de tecnología. El desarrollo del nuevo chip, llamado Patay 2, tomará dos años. No obstante, dado que los fabricantes de chips podrían copiar la tecnología, éste tendrá una vida de mercado de dos años a partir de su introducción. Perot quiere que el precio del chip sea más alto en el primer año y también anticipa que habrá una importante reducción en el costo de producción después del primer año. A continuación se presenta la información relevante para el desarrollo y la venta del Patay 2.

ESTIMADOS DEL PRODUCTO DEL CHIP PATAY 2

Costo de desarrollo	\$20 000 000
Pruebas piloto	\$5 000 000
Perfeccionar	\$3 000 000
Costo de producción de transición	\$3 000 000
Adelantar marketing	\$5 000 000
Costo de marketing y apoyo	\$1 000 000/por año
Costo de producción por unidad: año 1	\$655 000
Costo de producción por unidad: año 2	\$545 000
Precio unitario: año 1	\$820 000
Precio unitario: año 2	\$650 000
Volumen de producción y ventas: año 1	250 000
Volumen de producción y ventas: año 2	150 000
Tasa de interés	10%

TIEMPOS DEL PROYECTO DEL CHIP PATAY 2

PROGRAMA DEL PROYECTO CHIP PATAY 2	Año 1		Año 2		Año 3		Año 4	
	1a. MITAD	2a. MITAD	1a. MITAD	2a. MITAD	1a. MITAD	2a. MITAD	1a. MITAD	2a. MITAD
Desarrollo								
Pruebas piloto								
Perfeccionar								
Producción de transición								
Adelantar marketing								
Marketing y apoyo								
Producción y ventas								

- a) ¿Cuáles son los flujos anuales de efectivo de este proyecto y su valor presente (descontado al 10%)?
¿Cuál es el valor presente neto?

- b) Los ingenieros de Perot han establecido que si gastan 10 millones de dólares más en desarrollo, ello les permitirá sumar características incluso más avanzadas. El hecho de tener un chip más avanzado les permitirá poner un precio al chip de 50 dólares más alto los dos años (870 dólares el año 1 y 700 dólares el año 2). ¿Vale la pena hacer la inversión adicional?
 - c) Si las ventas sólo son por 200 000 dólares el primer año y por 100 000 dólares el segundo, ¿Perot seguiría adelante con el proyecto de cualquier manera?
 3. Escoja un producto y haga una lista de los temas que se deben tomar en cuenta para su diseño y fabricación. El producto puede ser un aparato estereofónico, un teléfono, un escritorio o un aparato de cocina. Piense en los aspectos funcionales y estéticos del diseño, así como los puntos importantes para su manufactura.
 4. La siguiente gráfica es una casa parcial de la calidad de un club de golf. Asigne un peso de acuerdo con la importancia, desde su perspectiva (o la de un amigo que juegue golf), en los espacios en blanco. De ser posible, utilizando el enfoque del DFC, compárela con un club en el que jueguen usted o sus amigos.

[illegible]

CASO: DISEÑO Y PRECIOS EN IKEA

El detallista sueco domina en los mercados de 32 países y ahora pretende conquistar Norteamérica. Su plan de batalla: seguir ofreciendo sus productos a precios más baratos, sin demeritar su calidad.

Sobre todo, un factor que explica el éxito de IKEA: buena calidad a precio bajo. IKEA vende artículos para el hogar que son baratos, pero no son corrientes, a precios que suelen estar entre 30 y 50% por debajo de los de la competencia. El precio de los productos de otras compañías suele ir subiendo con el transcurso del tiempo, pero IKEA dice que en los pasados cuatro años sus precios al menudeo han bajado alrededor de 20% en total. En IKEA el proceso de bajar los costos empieza en el momento que se concibe un nuevo artículo y continúa incesantemente a lo largo de toda su serie de producción. Por ejemplo, el precio de una silla Pöng básica ha bajado de 149 dólares en el año 2000 a 99 dólares en el 2001 y a 79 dólares en la actualidad. IKEA espera que la reducción más reciente de precios incremente las ventas de la Pöng entre 30 y 50%.

El mantra corporativo de IKEA es "Precio bajo con sentido". La meta es que las cosas sean menos caras, sin hacer que los clientes sientan que son corrientes. Encontrar ese equilibrio exige una suerte especial de experiencia en diseño, producción y distribución. IKEA lo consigue con su sello distintivo: con agrado, de forma metódica, incluso alegre y, no obstante, de alguna manera diferente a otra compañía cualquiera del mundo. A continuación se presenta una guía, paso por paso, de la forma en que IKEA diseña, produce y distribuye los artículos que el mundo entero quiere comprar.

La taza de café Trofé es uno de los productos más populares de IKEA. La historia de la taza es un ejemplo de cómo funciona la compañía, desde la brillante idea de un compañero de trabajo hasta la producción y las ventas. También es un caso de todas las demandas que nosotros y nuestros clientes le imponemos. Un precio barato es el requerimiento más evidente, pero otros incluyen la función, el diseño moderno, las consideraciones de orden ambiental y el asegurarse de que los productos han sido fabricados en condiciones laborales aceptables. Los clientes y los compañeros de trabajo deben confiar en IKEA.



PASO 1: ESCOGER UN PRECIO

Desarrollo del producto. ¿Un boceto de un nuevo producto? Sí, pero también es un cálculo de lo que costará. El precio bajo empieza en el restridor.

El equipo detrás de cada producto está compuesto por diseñadores, desarrolladores de productos y compradores que se reúnen para discutir cuáles serían el diseño, los materiales y los proveedores más aconsejables. Todos aportan su conocimiento de especialistas. Por ejemplo, los compradores emplean sus contactos con proveedores de todo el mundo por medio de las Oficinas de Servicios Comerciales de IKEA. ¿Quién puede fabricarlo, con la mejor calidad, al precio justo y en el tiempo indicado?

Cuando la desarrolladora de productos Pia Eldin Lindstén recibió el encargo de crear una nueva taza hace más de cinco años, también se le dijo cuánto debería costar en las tiendas. En el caso de Trofé, el precio tenía que ser increíblemente bajo: cinco coronas suecas. La taza debía tener un precio verdaderamente espectacular.

Para producir la taza correcta, al precio correcto, Pia y sus colegas tuvieron que tomar en cuenta los materiales, los colores y el diseño. Por

ejemplo, la taza se fabrica en verde, azul, amarillo o blanco, porque estos pigmentos cuestan menos que otros, por ejemplo el rojo.

PASO 2: ESCOGER UN FABRICANTE

Proveedores y compras. La tarea del desarrollo de productos no termina jamás. La compañía trabajó con los proveedores y juntos produjeron una taza más baja y cambiaron el asa de modo que se pudiera apilar con mayor eficiencia, ahorrando así espacio para su transporte, almacenamiento y exhibición en las tiendas y, un punto muy importante, en las alacenas de los clientes en casa. IKEA siempre está tratando de eliminar la mayor cantidad de aire posible de sus empaques. De preferencia, los empaques deben ser planos para que su transportación y almacenamiento resulten eficientes.

Un proveedor, una fábrica de Rumania, lleva trabajando 15 años con IKEA. Las relaciones de largo plazo ayudan a las dos partes a crear un colosal acervo de conocimiento acerca de las demandas y las expectativas. Esto explica por qué los productos muchas veces son desarrollados en estrecha cooperación con los proveedores. En el caso de Trofé, por ejemplo, el nuevo tamaño ha racionalizado la producción porque permite aprovechar mejor el espacio del horno durante el proceso de quemado. Los costos son eficientes y ahorra tiempo.

IKEA ha introducido un código de conducta que rige las condiciones de trabajo y la conciencia ambientalista de los proveedores. Aborda cuestiones como la salud y la seguridad en el centro de trabajo y prohíbe usar el trabajo de menores. El trabajo práctico de la aplicación de este código de conducta lo desempeñan los compañeros de trabajo de las Oficinas de Servicios Comerciales de IKEA en todo el mundo. Muchos de los proveedores ya cumplen con las exigencias y otros están trabajando con IKEA para realizar las mejoras necesarias. IKEA también trabaja estrechamente con compañías externas que se encargan del control de calidad y la auditoría y que verifican si la compañía y sus proveedores están cumpliendo con las exigencias del código de conducta.

El precio bajo es fundamental para la visión de IKEA, cuyo propósito es crear una vida diaria mejor para muchas personas. Eso explica por qué la compañía no cesa de esforzarse por reducir los costos. Sin embargo, también es cuestión de ahorrar materias primas y, al final de cuentas, de cuidar el ambiente. La taza de bajo costo es un ejemplo de cómo las consideraciones ambientales pueden influir en el desarrollo de productos. Por ejemplo, la nueva taza es de color más claro, lo cual reduce los costos y es menos nocivo para el ambiente. Cuanto menos pigmento se utilice, tanto mejor. La taza no lleva plomo ni cadmio.

PASO 3: DISEÑAR EL PRODUCTO

Una vez definidos el precio y el fabricante, IKEA vuelve a recurrir a la competencia interna para encontrar a un diseñador y para elegir el diseño que producirá. El diseñador inicia el proceso de diseño redactando una breve explicación del precio del producto, su función, los materiales que llevará y las capacidades del fabricante. A continuación, el diseñador envía el resumen a los diseñadores de base y a los independientes de IKEA y afina los diseños promisorios hasta que opta por uno que producirá. El diseñador quiere que los productos sean como navajas del ejército suizo; es decir, obtener la máxima funcionalidad al costo mínimo.

PASO 4: ENVIARLO

La distribución y la logística son el líquido vital de IKEA y son piezas importantes del rompecabezas del camino que lleva a un precio bajo. La compañía lucha por entregar el número correcto de bienes a las tiendas indicadas, en el momento oportuno. Calcula los bienes que se requerirán y se asegura que las entregas sean eficientes.

Cada plataforma contiene 2 024 tazas, las cuales son transportadas desde Rumania por ferrocarril, carretera y mar, a los centros de distribución de IKEA en todo el mundo. Por supuesto que el transporte afecta el ambiente, pero IKEA está trabajando para reducir el impacto ambiental.

Muchos de los productos de IKEA son voluminosos (por ejemplo, las mesas y las sillas), pero la compañía introdujo el concepto de lo plano. IKEA dijo ¡eureka! en 1956, cuando uno de los primeros diseñadores de la compañía vio a un cliente tratando de meter una mesa a su auto. Sólo había una manera de hacerlo: quitándole las patas. A partir de ese día, la mayor parte de los productos de IKEA han sido diseñados para enviarlos sin armar y son lo bastante planos como para colocarlos en el maletero de una camioneta o para atarlos de forma segura en un portabultos en el techo de un automóvil.

La cultura corporativa innata de IKEA es de frugalidad y se considera que el desperdicio es “un pecado mortal”, pero el empaque plano también es una manera estupenda de abatir los costos de envío porque se maximiza el uso del espacio en el interior de las plataformas del embarque. La compañía calcula que el volumen de transporte sería seis veces mayor si enviara sus artículos armados. Desde el estudio de diseño hasta el piso del almacén, el mantra de los empleados de IKEA siempre es el mismo: “No queremos pagar por transportar aire”.

IKEA está obsesionada con hacer cosas planas. ¿Cuántas veces se puede rediseñar una simple taza de cerámica para café? La taza de IKEA fue diseñada tres veces, tan sólo para maximizar el número que se pueden colocar dentro de una plataforma de embarque. Al principio, sólo cabían 864 tazas. Un rediseño añadió un borde, parecido al que tienen las macetas, para que cupieran 1 280 tazas en cada plataforma. Otro rediseño creó una taza más corta con un asa diferente, lo que permitió meter 2 024 en una plataforma. El precio de venta de la taza sigue siendo de 50 centavos, pero los costos de embarque han disminuido 60%, lo cual representa un ahorro sustantivo dado que IKEA vende alrededor de 25 millones de tazas al año. Es más, el costo de producción de la fábrica rumana de IKEA también ha bajado porque las tazas más compactas ocupan menos espacio dentro del horno.

Cuando uno envía 25 millones de metros cúbicos de bienes a todo el mundo, la frugalidad de los empaques planos sí cuenta. IKEA ahora tiene la meta de que todos los bultos que envía deben estar llenos, en promedio, al 65% y espera aumentar a 75%. Para alcanzar esa meta se requerirán más cambios de diseño y, en ocasiones, incluso sacar el aire a los artículos (como las almohadas de IKEA que vienen envueltas aplastadas y parecen galletas gigantes en los anaqueles de las tiendas). Además, está claro que los empaques planos trasladan el costo de armar los productos al cliente, lo cual ahorra más dinero.

A medida que IKEA ha trasladado una mayor parte de sus compras de Europa al lejano Oriente, el tiempo y los costos de los embarques se han convertido en un punto que merece incluso mayor atención. El año pasado, China empató a Suecia en el primer lugar de la lista de países proveedores de IKEA. La compañía ha respondido creando una red global de centros de distribución, que en su mayor parte están cerca de puertos comerciales y de grandes rutas de camión y ferrocarril. IKEA tiene 18 centros de distribución repartidos por todo el mundo, los cuales manejan alrededor del 70% del total de las líneas de productos de IKEA, y está construyendo cuatro más. El 30% restante de los productos de IKEA viajan directamente del proveedor a la tienda.

Sin embargo, los componentes de los productos a veces se juntan por primera vez, de hecho, en la tienda. En el caso de la silla Pöäng, el asiento viene de Polonia y el marco de China. Las dos piezas se juntan cuando el cliente las saca del anaquel.

PASO 5: VENDERLO

IKEA vende muchos muebles costosos y en una tienda tradicional resulta relativamente fácil hacerlo. Coloque un mueble en un contexto lujoso, deje que el cliente caiga presa de visiones de riqueza y comodidad y, a continuación, ofrezca mucho crédito fácil. Pero, para mantener los precios bajos, IKEA debe vender muebles y otros productos, como la taza, sin vendedores o rebajas llamativas de precios. La compañía pide a los clientes que ellos mismos armen los muebles. Además, IKEA no se los envía. Al tenor de una medida convencional, se trata de enormes

obstáculos por superar. Sin embargo, también explican por qué IKEA se ha esforzado tanto por crear un mundo separado en el interior de sus tiendas, una especie de parque temático disfrazado de mueblería, donde no es posible aplicar las reglas ni las expectativas normales.

Las tazas Trofé llegan a las tiendas de IKEA dentro de plataformas. Todos los empaques del transporte son recolectados para su reciclaje. Los proveedores envían las tazas con las etiquetas del precio colocadas. La exhibición dentro de la tienda es importante. No es sólo cuestión de exhibir las tazas y otros productos, sino también de ser fuente de inspiración para soluciones inteligentes de interiores. Los clientes contribuyen a los precios bajos de IKEA porque ellos mismos escogen y toman los productos en el área de autoservicio, los transportan a casa y utilizan las instrucciones adjuntas para armarlos. Muchos tal vez ya hayan elegido los productos en un catálogo de IKEA, del cual se imprimen 110 millones de ejemplares en distintas versiones en 34 idiomas.

Cuando uno entra en una tienda de IKEA, encuentra una Suecia virtual construida con gran meticulosidad. Lo primero que ve es un espacio para niños patrocinado por la compañía. ¿Tiene hambre? Entonces puede comer albóndigas y moras silvestres suecas. La distribución de una tienda de IKEA guía a los compradores por un camino predeterminado, que pasa frente a varias casas modelo muy realistas, las cuales producen una misteriosa impresión de que alguien vive ahí, pero están abiertas para que los clientes entren y se sienten. Los kioscos de información brindan asesoría sobre la decoración del hogar. Tarjetones de colores coordinados ofrecen muchas sugerencias de usos originales para los productos.

Sin embargo, el énfasis siempre está en el precio. Con frecuencia, productos baratos, a un precio que “le dejará sin aire”, lucen sobre pequeñas plataformas, enmarcados por una enorme etiqueta amarilla con el precio. Junto a ellos, los compradores encuentran otros productos, más costosos y con otro tipo de diseño, que son sustitutivos de los baratos.

Las casas modelo sugieren que están habitadas por jóvenes alegres que tienen cenas en los pasillos, que utilizan sillas de oficina todas diferentes y estrechas mesitas auxiliares. No son imágenes de gente con grandes aspiraciones que encontraría en Pottery Barn o Crate & Barrel. Son personas que están viviendo bien en circunstancias modestas, individuos frugales que conocen el valor de un lugar cómodo para sentarse.

IKEA dice que su punto más fuerte para vender es el precio, pero que el mucho tiempo que toma recorrer una de sus enormes tiendas no hace daño. La distribución es claramente manipuladora, de manera amable y conocedora, parecida a la de Disneylandia, para cuando los clientes finalmente llegan a la caja de salida, han tenido mucho tiempo para pensar a fondo en sus compras.

Los productos de IKEA proyectan el ánimo de vivir en el mundo moderno. No compre una jarra horrorosa si puede adquirir una con gran estilo por el mismo precio. Si organiza sus bolsas de plástico, sentirá que controla mejor su vida. Es la lógica del hemisferio izquierdo del cerebro aplicada al arte de vivir bien del hemisferio derecho. Y si la felicidad implica arrastrar un enorme paquete plano para sacarlo del anaquel, formarse en línea en la caja de salida, transportar la caja a casa y pasar horas armando un armario de cocina, pues 260 millones de clientes al año están dispuestos a hacer el canje.

Y, por supuesto, el año entrante será incluso más barato.

PREGUNTAS

1. ¿Cuáles son las prioridades competitivas de IKEA?
2. Describa el proceso de IKEA para desarrollar un nuevo producto.
3. ¿Cuáles son las características adicionales del concepto de IKEA (además de su proceso de diseño) que contribuyen a crear un valor excepcional para el cliente?
4. ¿Cuáles serían los criterios importantes para elegir una plaza para una tienda de IKEA?

CASO: SPA DENTALES

¿Un tratamiento de parafina caliente en las manos durante su limpieza o tratamiento dentales le relajarían y harían que el proceso resultara más tolerable? Ésa es la idea que sustenta los servicios de los nuevos “spa dentales” que están abriendo sus puertas en diversas ciudades de Estados Unidos. Además de música tranquila, cómodos sillones y una televisión de pantalla plana colocada en el techo, con el sonido de auriculares que cancelan el ruido y bloquean los desagradables ruidos del dentista, a veces también ofrecen, al mismo tiempo, masajes de pies, pedicures y otros servicios de spa. Dos tendencias básicas han servido para alimentar el crecimiento de los spa: mejorar las asociaciones del dolor y el dentista y un mayor enfoque cosmético de la odontología que va de la mano con otros tratamientos de un spa.



PREGUNTAS

1. ¿Cuál de los tres requerimientos de un nuevo servicio tendría menos probabilidades de cumplir un spa dental: el embone de la experiencia del servicio, el ajuste de las operaciones o el impacto financiero? ¿Por qué?
2. ¿Cuáles son algunas de las áreas principales de la complejidad y la diversidad en este tipo de operación en comparación con la clínica dental normal?

BIBLIOGRAFÍA SELECCIONADA

Boothroyd, G., P. Dewhurst y W. Knight, *Product Design for Manufacture and Assembly*, 2a. ed., Nueva York: Marcel Dekker, 2002.

Cooper, R.G., *Winning at New Products: Accelerating the Process from Idea to Launch*. Reading, MA: Perseus Books, 2001.

Morgan, James M. y Jeffrey K. Liker, *The Toyota Product Development System: Integrating People, Process, and Technology*, Nueva York: Productivity Press, 2006.

Ulrich, Karl T. y Steven D. Eppinger, *Product Design and Development*. Nueva York: McGraw-Hill/Irwin, 2004.

NOTAS

1. Tomado de T. Peters, “Beating the Great Blight of Dullness”, *Forbes ASAP* (sin fecha).
2. Adaptado de Karl T. Ulrich y Steven D. Eppinger, *Product Design and Development*, 3a. ed. (Nueva York: McGraw-Hill/Irwin, 2004), pp. 12-25.
3. Adaptado de *ibid.*, pp. 308-319.
4. El término *calidad* de hecho es una mala traducción de la palabra *calidades* en japonés, porque el DFC se utiliza ampliamente en el contexto de la administración de la calidad.
5. Ejemplo adaptado de G. Boothroyd, P. Dewhurst y W. Knight, *Product Design for Manufacture and Assembly* (Nueva York: Marcel Dekker, 1994), pp. 5-10.
6. Frances Frei, “Designing New Service Models”, HBS núm. 606-031 (Boston: Harvard Business School Publishing, 2006).
7. Ejemplo adaptado de G. Lynn Shostack, “Service Positioning through Structural Change”, *Journal of Marketing*, vol. 51 (enero de 1987), p. 41.