



UNIVERSITAT  
JAUME • I

# La ingeniería de producto. Sus retos

Fernando Romero Subirón

Lección inaugural del curso 2004/05

Fernando Romero Subirón

**La ingeniería de producto.  
Sus retos**

**Lección inaugural  
del curso 2004/05**

**Castelló de la Plana, 22 de septiembre de 2004**





## Introducción

La elección de esta temática para la primera clase del curso 2004-05 responde a mi interés por reflexionar, con todos nosotros, sobre todo un conjunto de problemas y retos que tiene que afrontar la ingeniería y por extensión la sociedad. Para alcanzar este objetivo analizaré algunas de las problemáticas y de las respuestas que se están dando, en los últimos años, en el campo de la ingeniería de producto.

Para centrar conceptos y fijar el alcance de la misma, voy a iniciarla definiendo algunos términos, en particular el de ingeniería. La *Royal Academy of Engineering* y el *Engineering Council* del UK [EC, 02], en un informe conjunto, definieron recientemente a la ingeniería “como el conocimiento requerido, y el proceso aplicado, para concebir, diseñar, hacer, construir, operar, sostener, reciclar o retirar algo que posee un contenido técnico significativo para alcanzar un propósito específico: un concepto, un modelo, un producto, un mecanismo o equipo, un proceso, un sistema, un servicio, una tecnología. Siendo el conocimiento requerido el compendio creciente de hechos, experiencias y destrezas en los campos de la ciencia, la ingeniería y la tecnología, unidas para un entendimiento de los campos de aplicación”.

Ahora bien, de todas las actividades y objetos de atención que constituyen el universo del Ingeniero van a ser las de concebir-diseñar-desarrollar-lanzar (a partir de ahora diseñar/developar, de forma general), aplicadas al producto de consumo o el bien de equipo de fabricación masiva y base mecánica, las que van a ser objeto de nuestra área de atención, la ingeniería de producto/s. Se trata de una parcela multidisciplinar en la que se abordan múltiples aspectos técnicos (análisis resistentes, de fabricabilidad, ergonómicos, etc.) estético-formales y de gestión


Eldiseño o desarrollo de nuevos productos es un proceso que en el campo de la Ingeniería mecánica se desarrolla, fundamentalmente, entre

dos momentos: una idea que emana para satisfacer una necesidad detectada y la materialización física de la idea, un artefacto (producto, máquina, mecanismo). Desde que se detecta esa necesidad y se esboza una idea o concepto hasta que se construye un producto capaz de satisfacerla, transcurre un tiempo, más o menos cuantioso (muchas veces varios años), y se llevan a cabo una gran cantidad de tareas, pertenecientes a diferentes campos de especialización. Todo un conjunto de circunstancias que le confieren, en muchos casos, una gran complejidad.

Se trata de un proceso que es complejo y de difícil gestión, pero que es fundamental para el desarrollo económico, sobre todo cuando se fomentan todas aquellas actividades que favorecen la introducción de productos que pueden ser reconocidos por los mercados como productos innovadores. Por eso, el incremento de los recursos destinados al propio proceso de diseño y desarrollo de nuevos productos y a su mejora constituye, indudablemente, una de las estrategias más claras para sustentar la competitividad de una organización o territorio. Esta forma de proceder encuentra su justificación en datos como los representados en la figura 1, que nos muestran que a la etapa de diseño se suele destinar, en término medio, unos recursos que suponen aproximadamente un 5% del coste total de un producto, cuándo las decisiones que se toman en ella determinan un 70% de su coste.



FIGURA 1. Influencia sobre el coste del producto de las distintas áreas de la empresa




Pero la importancia del diseño no se reduce a la dimensión económico-productiva, porque entra de lleno en la dimensión socio-cultural. El objeto o producto es el resultado del *Homo faber*, porque es concebido en un tiempo y lugar determinado y va dirigido a satisfacer las necesidades y aspiraciones de una sociedad concreta. Por lo tanto, es portador de valores y de los avances y conocimientos tecnológicos vigentes.

Por eso, es de vital importancia que el proceso de diseño se realice considerando todas las dimensiones que contiene el producto. La dimensión del uso, la función o el destino (dimensión pragmática) es fundamental, pero también lo es la dimensión sintáctica, vinculada con los aspectos más tecnológicos de su configuración (elementos, orden y composición), o la semántica, que pertenece a la esfera íntima y personal, al significado o valor emocional del que es poseedor el producto. Se trata de contemplar todas las relaciones objeto-usuario desde todas las perspectivas posibles, circunstancia que está favoreciendo un “diseño centrado en el usuario”, que relega a los “diseños centrados en el mercado o en la tecnología”.

Pues bien, a pesar de los múltiples atributos que adornan al proceso de diseño/desarrollo de productos y que hacen del mismo uno de los campos de actividad más relevantes de la ingeniería, el proceso sigue siendo poco entendido y mal gestionado. Hoy, aún se echa a faltar una investigación y un corpus común, que determine su extensión y que unifique la terminología y las metodologías a utilizar, circunstancia que ha dificultado la tan buscada integración de áreas y disciplinas y, en última instancia, su desarrollo. La fragmentación que ha originado la especialización y la dificultad de gestionar la multidisciplinariedad inherente al diseño de muchos productos sigue siendo un problema. Hoy, todavía, son necesarias contribuciones que ayuden a difundir la necesidad de invertir en la transformación de los procesos de diseño, implantando una visión integradora y mejorando su gestión.

En estas razones y en las oportunidades de reflexión que nos ofrece, más que en la experiencia en todos estos temas de quien les habla, debéis buscar los motivos de la elección como tema de esta lección inaugural. Por ello excuso, por adelantado, las simplificaciones o puntos de vista parciales que pudiera contener la exposición, desde la perspectiva de los especialistas.



La exposición, para tratar de cumplir con el objetivo planteado, la articularé en torno a cuatro apartados, más unas conclusiones. En los dos primeros compartiré con vosotros ciertas reflexiones sobre el diseño/desarrollo de productos, alrededor de dos ejes: el primero centrado en el contexto social en el que se desarrolla esta actividad y el segundo en el de las buenas prácticas. Todo ello con la intención de ir desgranando las incógnitas, retos y orientaciones de futuro que hoy están presentes en el desarrollo de esta disciplina. Finalmente, en los dos últimos apartados, les presentaré algunas de propuestas de solución más innovadoras que han aparecido en los últimos años: la ingeniería concurrente y la gestión del ciclo de vida del producto.

## **La sociedad tecnológica. Repercusiones en la actividad de diseñar/desarrollar productos**

A partir de la mitad del siglo pasado la sociedad industrial, que se fue configurando desde finales del siglo IX, ha sufrido grandes cambios y ha evolucionado hacia otros tipos o variantes, conocidas como: sociedad postindustrial, sociedad de consumo, sociedad postmoderna y, últimamente, sociedad de la información o sociedad del conocimiento; denominaciones que sirven para describir algunas de sus características. Se trata, en definitiva, de un conjunto de subtipos de la sociedad tecnológica, que comparten todo un conjunto de características y una cultura que se aparta frecuentemente de los valores humanísticos y, lo que es más difícil de comprender, de los aspectos más directamente vinculados con la propia vida y la naturaleza, presentando grandes problemas de sostenibilidad. Una insostenibilidad que viene sustentada tanto porque no se puede mantener durante muchos años como porque no puede ser adoptado por toda la población actual del mundo.

Pues bien, de entre todos estos cambios nos fijaremos, por la influencia que tienen sobre el ciclo de desarrollo e introducción de nuevos productos, en aquellos que han configurado dos de estos subtipos: la sociedad del riesgo y la sociedad de la información.

## ***La sociedad del riesgo***


No es objeto de discusión, porque es ampliamente admitido, que con la revolución industrial se abrió un periodo histórico de avances importantes, que han posibilitado que una parte muy pequeña de la población aumente de una forma importante su calidad de vida – porque conviene recordar que la esperanza de que la democratización en el consumo de bienes y servicios llegara a amplias capas del universo, aunque sólo fuera para cubrir las necesidades más básicas del ser humano, sigue siendo una utopía por la que luchar. Pero de igual manera, también es cierto y evidente que con este proceso de incorporación de las tecnologías y de sus utilidades, se han incorporado riesgos que hoy ya no es posible esconder debajo de la alfombra del desarrollo.

Hoy estos riesgos reclaman un estatuto de igualdad junto con los efectos positivos del desarrollo. Entre los pensadores que se hacen eco de esta problemática nos encontramos al sociólogo Beck (a través de [Mir, 00]) que nos desvela los macropeligros de la industrialización tardía, definiendo un nuevo tipo social que denomina sociedad del riesgo. Se trata de una nueva sociedad que tiene su origen en el escandaloso fracaso de las instituciones para hacer frente al potencial de destrucción que conlleva un uso inadecuado de la tecnología y una cultura consumista desenfundada.

Hoy la percepción del riesgo es una característica importante de la sociedad y adquiere un carácter político relevante. Los problemas de seguridad y los vinculados con el medio ambiente no pueden ser considerados como problemas técnicos circunscritos al entorno físico sino como problemas sociales, es decir, como problemas del ser humano con transcendencia en sus condiciones económicas, culturales y políticas. Ahora la tipología de los conflictos ha cambiado, si antes en la sociedad industrial los conflictos se producían entre capital y trabajo o por el reparto de la riqueza, en la sociedad del riesgo aparecen nuevos conflictos entre los productores del riesgo y los afectados por el mismo y, también, entre el propio capital y los propios trabajadores, manifestados por conflictos entre sectores de actividad.

Nos encontramos ante una problemática económico-social nueva, que condiciona la actividad del ingeniero/a y que cambia el cuadro de






requerimientos formativos. A estos aspectos hacia referencia el Dr. Hedberg (Presidente de Sociedad Europea de Formación en Ingeniería, SEFI) cuando indicaba [Hed, 99] que “el principal problema de hoy no es definir la cualificación o capacitación del ingeniero global del futuro sino como transferir durante los estudios toda una serie de valores y actitudes importantes (curriculum oculto)”. Según Hedberg el *ingeniero global* “es necesario para hacer avanzar la tecnología en armonía con la evolución de la sociedad y con los sueños y deseos de sus ciudadanos” y su responsabilidad aplicar sus destrezas técnicas y su competencia a algunos de los problemas de nuestra sociedad –medioambiente, energía, falta de alimentos, pobreza, escasez de agua, etc.– de forma adecuada.

### ***La sociedad de la información***

Si una de las formas para observar la realidad actual y futura de nuestra sociedad viene marcada por la denominada sociedad del riesgo, otra perspectiva, no menos importante, nos la aporta el efecto de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación, que ha hecho emerger la denominada sociedad de la información o sociedad del conocimiento. Una denominación que trata de explicar la importancia que las nuevas tecnologías de la información y la comunicación y la gestión de los activos intangibles tienen a la hora de explicar esta sociedad.

Según M. Castells, uno de sus teóricos más importantes, la sociedad de la información “es una forma específica de organización social en la que la generación, el procesamiento y la transmisión de la información se convierten en las fuentes fundamentales de la productividad y el poder, a causa de las nuevas condiciones tecnológicas que surgen en este periodo histórico”. Nacida a mediados de los años setenta la sociedad de la información ha creado: una nueva economía informacional/global; una nueva estructura social dominante, la sociedad en red; y una nueva cultura, la cultura de la realidad virtual. Todo un conjunto de nuevas realidades que repercuten fuertemente en el ámbito de la producción.




La dimensión global de la red obliga a las empresas a estar presente en ella y de esta forma Internet está consiguiendo modificar radicalmente el mundo industrial y está transformando las organizaciones. M. Castells (a través [Barceló, 00]) acostumbra a decir que «Internet es la fábrica del siglo XXI », significando que las actividades productivas se están organizando en la red. Una vez que la empresa está en la red está sujeta a una rápida evolución, en un medio que pone al cliente, pero también al competidor, “a la distancia de un clic”. Internet es una red abierta y transparente, que hace que se entre en un proceso de aprendizaje y de cambio constante, que acelera el proceso de innovación.

Pero, para que ello sea posible las empresas tienen que abordar una continua transformación organizativa y cultural, que mejore sus capacidades de innovación y de adaptación al nuevo entorno competitivo.

Las empresas que incorporan procesos de innovación continua a sus procesos, incorporándolos a la propia estrategia de la empresa, y que adoptan una actitud abierta al cambio se posicionan mejor en el mercado. Se trata de un proceso que debe aprovechar las ventajas de las innovaciones tecnológicas –sistemas automáticos avanzados, sistemas integrados de información, TIC, etc.–, pero que también debe acompañarse de aquellas innovaciones de dominios comercial –nuevos medios de promoción de ventas, nuevas combinaciones estética-funcionalidad, nuevos sistemas de distribución y nuevas formas de comercialización de bienes y servicios (franquicias, comercio electrónico, etc)– y organizativo, que posibiliten un mayor acceso al conocimiento y un mejor aprovechamiento de los recursos materiales y financieros.

Entre las innovaciones organizativas de posible aplicación en la empresa cabe distinguir dos: las que actúan a un nivel externo y las que lo hacen a un nivel interno. A nivel externo, las que en los últimos años han adquirido un mayor relieve son las que se refieren a la constitución de redes entre empresas y otros agentes del sistema económico para favorecer la cooperación entre ellos, y las que abordan la proyección de los negocios y actividades productivas en el ámbito internacional. A un nivel interno, destacan aquellas que van dirigidas a mejorar el trabajo en grupo, bien a través de la gestión de interfaces o del funcionamiento interno del equipo.



Pero con estas nuevas formas de comercialización y en estas nuevas organizaciones se imponen nuevas formas de trabajar, en las que es necesario aprender a compartir la información/conocimiento, a seleccionar el conocimiento trascendente, a trabajar en equipo y a tomar decisiones de forma consensuada, etc. Toda una serie de habilidades y competencias, que son necesarias para competir en un mundo en red donde el valor de una organización no viene dada por los activos físicos, sino por su capital intelectual y relacional.


Todo un conjunto de nuevas competencias para el trabajo, que deberían ir acompañadas con las necesarias transformaciones en las competencias ciudadanas, en la cultura cívica.

La cultura de la empresa que empuja para colocar sus productos, sin más, debe dar paso a una empresa preocupada por atender las necesidades, deseos y aspiraciones de sus clientes (internos y externos) y de la sociedad. Cada vez es más importante fomentar este tipo de empresas y unos mercados abiertos, transparentes y justos, al que concurren unos consumidores/ciudadanos formados y bien informados, capaces de discernir entre la inmensa oferta de “realidades virtuales”, que simplifican y banalizan unas circunstancias y unos hechos cada vez más complejos. Unos ciudadanos conscientes de su lugar en este mundo, como lo fue Ortega y Gasset, en 1933, cuando llamaba la atención a los problemas de un progreso tecnológico irrenunciable:

...La colocación del hombre actual ante su propia vida es más irreal, más inconsciente que la del hombre medieval y tiene menos noción que aquél de las condiciones bajo las cuales vive. De donde resulta que al hombre medio se le ha hecho hoy su propia vida menos transparente que lo que la suya era al hombre de otros tiempos. La técnica, cuya misión es resolverle al hombre sus problemas se ha convertido de pronto en un nuevo y gigantesco problema.

### ***Respuestas desde la ingeniería de productos***

La tarea del ingeniero siempre ha estado unida a la creación de artefactos y por lo tanto a la creación de un ambiente artificial, para ello aplica sus conocimientos científicos y de ingeniería, solucio-



nando problemas técnicos y optimizando las soluciones, a través de todo un conjunto de actividades, que hoy se enfrentan a grandes interrogantes.


Como ya hemos comentado, de entre toda esta pleyade de interrogantes la sostenibilidad es uno de los que mayor intranquilidad está generando. El mito de que el progreso exige un incremento desenfrenado de la producción y distribución de productos industriales empieza a cuestionarse. Hoy la sociedad y los políticos han tomado conciencia de los grandes riesgos medioambientales y apuestan por unas políticas que conduzcan a nuestra sociedad a un modelo de desarrollo sostenible.

Una muestra de esta nueva sensibilidad se dio con la aprobación en la cumbre de Río de la Agenda 21, que plantea la necesidad imperiosa de “detener el consumo de recursos naturales y, en su caso, disminuir el desgaste de los mismos, mediante un aumento de los rendimientos de los mismos y la promoción de las políticas de reciclado”.

Se trata de un compromiso que ha tenido su traducción en las políticas industriales de la Unión Europea, que plantean el desarrollo de unos programas orientados por: la adopción de soluciones integradas contra la contaminación; la reducción y fomento de la gestión de residuos; la extensión de las etiquetas verdes para los productos. En concreto, en el desarrollo de futuras normas de producto, se apuesta por el enfoque del ciclo de vida del producto y la posibilidad de aplicación de tasas a los productos de aquellos agentes que contaminan.

Nos encontramos por lo tanto ante unas nuevas tendencias en las políticas medioambientales y de protección del consumidor, que responsabilizan de forma creciente al fabricante de los problemas de mal funcionamiento o seguridad de sus productos, que reclaman nuevas propuestas en el campo de la ingeniería.

La *ingeniería de ciclo de vida* es la respuesta de la ingeniería de producto a esta sociedad del riesgo. Se trata de una filosofía y de todo un conjunto de metodologías y técnicas que plantean que los productos deben diseñarse para todo el ciclo de vida, para su fabricación, distribución, uso y retirada, de forma que su influencia en el medio ambiente, salud laboral y uso de recursos se minimice o sea aceptable. Para ello, se ha de fundamentar en un nuevo modelo de costes, que no despre-



cie los costes que la sociedad tiene que asumir por la falta de seguridad, reciclabilidad, exceso de consumo de energía, polución, etc., del producto.


Si las nuevas sensibilidades medioambientales y de seguridad han potenciando el concepto de ciclo de vida, el fuerte desarrollo de las tecnologías TIC y la intensa competencia que ha supuesto la apertura de muchos mercados están enfatizando la necesidad de mejorar las conexiones intra e inter-empresa. Desde mediados de la década de los ochenta, se insiste en la necesidad de favorecer la colaboración entre los sucesivos actores, desde el que aporta la primera idea del producto al consumidor final, para así poder satisfacer mejor las necesidades de los clientes y hacerlo con costes bajos.

Para dar respuesta a estos nuevos retos, muchas las empresas ya están potenciando la participación en proyectos que buscan la colaboración inter-empresarial, que muchas veces enmarcan bajo el concepto de *empresa extendida*, y la integración de todas los participantes e interesados en el ciclo de diseño del producto (áreas funcionales e individuos) que se desarrollan bajo el concepto de *desarrollo integrado de producto*.

Bajo el concepto de empresa extendida se esconde “una nueva forma de operar de las empresas de fabricación que contempla a todos los participantes en la fabricación de un producto” (Fan, a través de [CE-NET, 01]) que últimamente está teniendo un fuerte éxito, sustentado por la mayor tendencia de las empresas a subcontratar y a establecer alianzas en las cadenas de suministro. Unas alianzas, para producir, que también pueden extenderse a las cadenas de colaboración que se establecen para planificar, diseñar/desarrollar y soportar un producto.

Pero, para conseguir estas ventajas a través de estas cadenas es fundamental que toda la información crucial del producto y el mercado esté disponible y fluya a través de la organización/es. El hecho de poder compartir información global del producto permite obtener unos inputs ricos que, a la vez, pueden tener un efecto significativo sobre los costes, la calidad, la innovación y la propia competitividad de la empresa.

El otro concepto impulsado por la sociedad de la información y la competencia global es el de desarrollo integrado del producto, que




orienta el diseño del producto hacia las necesidades del cliente y las capacidades de producción de la organización. Se trata de una nueva orientación que intenta que la empresa se vea de una forma más integrada, rompiendo las barreras que se establecen entre departamentos y ciclos de gestión. Para conseguirlo actúa en tres dimensiones:

- La integración estratégica, que permite enlazar la toma de decisiones y el modelo de actividades de empresa, en una dirección adecuada que permita a la organización distinguirse en el mercado.
- La integración funcional, que organiza y conecta las diferentes áreas funcionales de una empresa para trabajar de forma conjunta, más efectivamente y optimizar el resultado total.
- La integración de la cadena logística o de suministro, que extiende conceptos de integración más allá de las cuatro paredes de fabricación, hacia los clientes y sus proveedores.

Con esta integración se busca: el lanzamiento de productos más maduros, que pueden ser producidos y soportados con mayor efectividad con los sistemas de producción existentes o planificados; la reducción de los tiempos de introducción, para cumplir con las demandas de la tecnología cambiante y del cliente; y el aumento de la flexibilidad de la empresa.

En lo que respecta a las demandas de los clientes también conviene realizar un último apunte, de gran trascendencia para la industria manufacturera y para el propio ciclo de diseño. Hoy muchas empresas, conscientes de que los nichos de mercado están estrechándose y que las preferencias de los clientes cambian literalmente de la noche a la mañana, están siguiendo una vigorosa carrera hacia la adopción de estrategias de personalización de productos.

Esta personalización significa que los clientes (directamente o a través de los distribuidores) pueden seleccionar, ordenar, y recibir un producto configurado específicamente para él o ella –a menudo elegido entre centenares de opciones–, para que de esta forma el producto pueda ajustarse a sus necesidades específicas. Se trata de una personalización que ha sido impulsado de una forma importante por las tec-



nologías web, a través de las aplicaciones de configuración de productos, que debe ser compatible con la producción masiva, por las ventajas de precio y tiempo de servicio que ésta proporciona.

## **Buenas prácticas. Factores clave de éxito**

En la exposición del apartado anterior ha quedado bastante claro que la innovación de productos y la personalización son claves en estos mercados globales, dominados por los fuertes avances tecnológicos y por unas necesidades de los clientes altamente cambiantes, como también lo es llegar a tiempo, en precio y calidad.


También hemos visto que la colaboración e integración intra e inter-empresa y el diseño para el ciclo de vida son conceptos fundamentales para la conducción del proceso de diseño y desarrollo de nuevos productos. Pero estos conceptos ¿son suficientes?, o ¿existen otros elementos, quizás de menor nivel, que también deben contemplarse?

Tener éxito, en base a nuevos productos, no es fácil. Se estima que un 46% de los recursos utilizados en la concepción, desarrollo y lanzamiento de nuevos productos van a aventuras que no tienen éxito, porque fracasan en el mercado o incluso no llegan salir al mismo.

Por ello, antes de trazar caminos que nos conduzcan a buenos resultados empresariales a través de la potenciación del proceso diseño y desarrollo de nuevos productos, puede resultar de interés analizar algunas de las experiencias desarrolladas, fijándonos en algunos de los factores que han estado presentes en las exitosas. Entre estos factores, la literatura [Cooper, 00] destaca los siguientes:

- *Buscar productos diferenciados y superiores*

Estos productos tienen un índice de éxito cinco veces superior y unas cuotas de mercado y de beneficios que son más de cuatro veces superiores a aquellos que no poseen estos ingredientes. Pero, a pesar de ser bien conocida esta circunstancia, la mayoría de los nuevos productos tan apenas se distinguen de los de la competencia o son “una solución técnica en busca de un mercado o un monumento al au-



tor”. En el listado de criterios de selección de proyectos suele estar ausente, con demasiada frecuencia, el de “superioridad del producto”, circunstancia que se repite cuando analizamos la presencia de pasos en el proceso que persiguen este objetivo. Además, la preocupación actual por la reducción del tiempo ciclo y la tendencia a favorecer proyectos simples y baratos penaliza la realización de este tipo de proyectos. Los proyectos de desarrollo de nuevos productos deben verse como una inversión.

- *Hacer los deberes cuanto antes*

Desgraciadamente, las empresas sólo dedican en término medio un 7% de los fondos dedicados a proyectos y un 16 % del tiempo de personal a estas actividades de pre-desarrollo. Un porcentaje que es claramente insuficiente, como veremos posteriormente.

- *Basarse en la voz del cliente*

Los proyectos de nuevos productos caracterizados por unas buenas acciones de marketing son bendecidos con unos índices de éxito superiores al doble y unas cuotas de mercado un 70% superiores que aquellos que tienen unas acciones de marketing pobres. Desgraciadamente en los proyectos de nuevos productos de muchas empresas no está muy presente la orientación al mercado y el enfoque al cliente.


- *Exigir una definición del producto clara y estable desde el principio*

Muchos proyectos pueden calificarse con términos como: “proyecto con alcance confuso”, “con especificaciones de producto inestables”, etc. Se deben implantar reglas que impidan que ningún proyecto pase a la etapa de desarrollo sin una definición clara del producto. Además, esta definición deberá guiar los chequeos que se deberán establecer en y entre las diferentes etapas del proceso de desarrollo de nuevos productos.

- *Establecer un plan de lanzamiento al mercado temprano y de calidad*

Esta planificación debe considerarse como parte integral del proceso de concepción y desarrollo de nuevos productos y debe co-





menzarse pronto. Las mejores compañías suelen tener el plan de lanzamiento antes de iniciar la fase de desarrollo.

- *Desarrollar, estableciendo puntos de aprobación/retirada (puertas), zonas de embudo en los procesos*

Los proyectos suelen avanzar por la fase de desarrollo, con demasiada frecuencia, sin ningún escrutinio (modelo túnel). La probabilidad de que sean retirados cuándo ya han comenzado es realmente baja. El resultado es que algunos proyectos marginales son aprobados y que el uso de los recursos limitados no es el adecuado. Lo correcto es crear puertas (modelo embudo) en los procesos de nuevos productos en base a criterios rigurosos y consistentes.


- *Organizar equipos de trabajo interdisciplinarios*

Tom Peters dijo “separe los proyectos desarrollados pobremente y se encontrará, indefectiblemente, con que un 75 % del fracaso es atribuible a (1) a tomas de decisiones realizadas en base a memorándums que van hacia arriba y hacia abajo en una organización vertical, ”compartimentada”, o por la “red de cocina” y (2) por resolver los problemas secuencialmente”. Una buena organización de diseño es aquella en la que los proyectos son gestionados por equipos interdisciplinarios, conducidos por un líder del proyecto sólido responsable del proyecto desde el principio al fin.

- *Potenciar una orientación internacional en los procesos de nuevos productos*

La estrategia de diseñar para el mercado local y luego adaptar los diseños para la exportación no suele dar buenos resultados. Lo mejor es hacerlo de forma contraria, diseñando los productos según un conjunto de requerimientos internacionales, para conseguir: un producto global (una versión para el mundo entero) o un producto glocal (un solo concepto y un esfuerzo de desarrollo único, pero con adaptaciones para cada mercado local).

Existen dos caminos por el que las compañías pueden alcanzar el éxito cuándo conciben y desarrollan nuevos productos, explotando los factores críticos antes descritos, que marcan la diferencia entre el éxito y el fracaso. El primero es *hacer los proyectos correctos* (sobre este



camino, que se fundamenta en el buen uso de las técnicas de gestión de las carteras de productos/proyectos, no vamos a hablar), mientras que el segundo es *hacerlos de forma correcta*. Para conseguir este segundo objetivo las empresas líderes han orientado su acción hacia los propios procesos de innovación, concepción y desarrollo de nuevos productos, lanzando proyectos dirigidos a:

- Cambiar de un modelo de proceso tradicional, secuencial, a un modelo concurrente, basado en el trabajo en equipo multidisciplinarios.
- Potenciar las primeras etapas del ciclo de diseño.
- Establecer estrategias que permitan la personalización de los productos, manteniendo las bases que caracterizan la producción masiva.
- Mejorar la gestión de todas las actividades del ciclo de diseño, incorporando técnicas de gestión de procesos (workflows), de aseguramiento de calidad (procesos *Stage-gate* o *Pace*), de gestión de programas/proyectos, etc.
- Aprovechar las ventajas que proporcionan las nuevas tecnologías para crear entornos colaborativos donde todos los miembros de los equipos puedan participar en las actividades y compartir e intercambiar información y datos de los productos, según los papeles y autorizaciones otorgadas.

Se trata de todo un conjunto de orientaciones de mejora que al confluir e integrarse con los conceptos expuestos en el punto anterior (ciclo de vida, empresa extendida y desarrollo integrado de producto) han configurado, con el tiempo, dos grandes áreas de integración o iniciativas de transformación: la ingeniería concurrente y la gestión del ciclo de vida del producto. Dos propuestas que comparten muchos elementos y que, por lo tanto, se complementan y refuerzan mutuamente.

## **La ingeniería concurrente**

Es una propuesta que nació a finales de los años 80 como respuesta a la mayor influencia en los mercados de las grandes organizaciones multinacionales, que desde inicios de esa década estaban ganando cuo-

tas en base, fundamentalmente, al incremento de la complejidad de los productos y la aplicación de tecnologías innovadoras. Circunstancia que afectó directamente a la capacidad de las organizaciones para desarrollar e introducir nuevos productos en un mercado en el que la vida de los productos se reducía significativamente cada día.

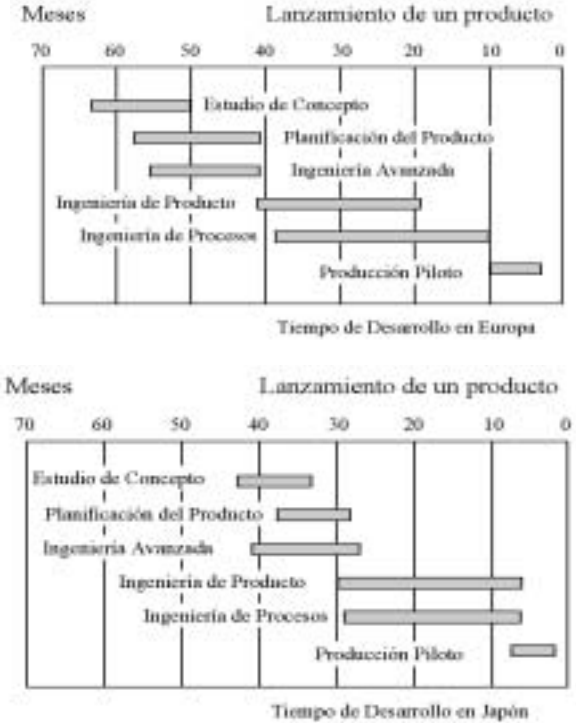



FIGURA 2. Comparación de los tiempos de lanzamiento de productos entre filosofías europeas (secuencial) y filosofías japonesas (trabajo en equipo)

Un estudio alemán reciente, revela que los ciclos de vida se han reducido en un cuatrocientos por cien en un amplio abanico de tipo de productos en los últimos cincuenta años. Se trata de una tendencia imparable, que ha adquirido mayor relevancia en los sectores de mayor componente tecnológico y en especial en la industria de la electrónica.



Se trata de una propuesta que tiene sus orígenes en la industria Japonesa de finales de los ochenta, aunque su formalización, investigación e impulso sea de la industria americana y occidental. Mientras las industrias occidentales seguían trabajando con el enfoque tradicional, Ingeniería Secuencial, con los problemas a ella inherentes de costes y tiempo de desarrollo, las japonesas practicaban un enfoque –no identificado terminológicamente– basado en los equipos de trabajo, que permitía reducir drásticamente los tiempos de desarrollo, como se puede ver perfectamente en los estudios realizados en las industrias del automóvil, comparando los tiempos de puesta en el mercado de los fabricantes japoneses y europeos (figura 2).

Aplicando esta filosofía las empresas japonesas obtuvieron los beneficios que proporciona un lanzamiento temprano del producto. Llevando el producto más rápidamente al mercado se consigue el mejor beneficio. Alguno de los modelos teóricos desarrollados para medir el impacto del retraso en la entregar de un producto son bastante concluyentes, por ejemplo el de Carter y Baker [Carter, 92] aplicado a una ventana de mercado de 12 meses (vida esperada del producto de 24 meses) y con un retraso de 2 meses en lanzar un nuevo producto, prevé un 24% de pérdidas en los retornos totales.

Pero, para conseguir los beneficios que proporciona un lanzamiento temprano del producto no es suficiente con desarrollar el diseño en base a equipos interdisciplinares, sin más, porque éstos deben atacar las causas del retraso en el proceso de desarrollo. Esta es una necesidad que se incrementa cuando los productos tienen un tiempo de vida corto, por cuanto no hay tiempo para corregir posibles errores de diseño y, menos, para proponer mejoras finales que aumenten la calidad o disminuyan el coste. En este contexto se tiene que renunciar a la filosofía de rehacer hasta que salga bien, que se debe cambiar por la de hacer las cosas bien a la primera, y se tienen que mejorar los mecanismos de coordinación e integración.

### ***Debilidades de la ingeniería secuencial***

La investigación, concepción y desarrollo de nuevos productos requiere, como ya hemos comentado, de la colaboración de varios cam-

pos de trabajo. Se trata de un proceso en el que, tradicionalmente, los diferentes expertos participan secuencialmente, realizan su contribución y pasan los resultados de su trabajo (hallazgos, propuestas, etc.) a expertos de otros campos.

Como ejemplo de esta forma de proceder podemos fijarnos en la típica secuencia de desarrollo de un automóvil nuevo. El trabajo se inicia con la propuesta de varios diseños conceptuales preliminares que los ingenieros posteriormente, al comenzar su trabajo, analizan desde diferentes perspectivas, p.e., la aerodinámica o la de seguridad, sugiriendo cambios en el diseño global. Pero más tarde, cuando se establece que el diseño aerodinámico, de seguridad, etc. no puede fabricarse económicamente, el trabajo de diseño e ingeniería debe repetirse. Con posterioridad, el montaje del prototipo funcional puede descubrir nuevos problemas, que conducirán a nuevos cambios en fabricación, en las piezas suministradas, en el trabajo de ingeniería y, posiblemente, incluso en el propio diseño original. Finalmente cuando el automóvil es comercializado, el personal de mantenimiento y reparación pueden descubrir todavía nuevos problemas.

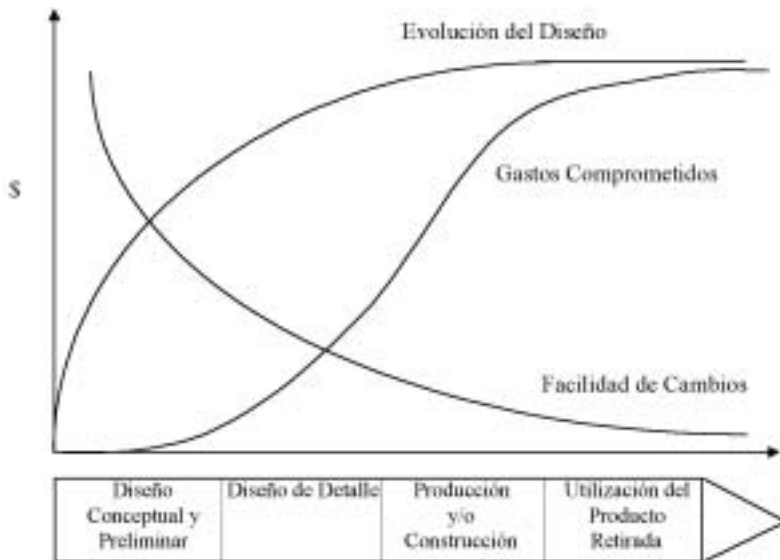


FIGURA 3. Facilidad de efectuar cambios durante el ciclo de vida del producto

Esta forma de trabajar hace que las correcciones se produzcan en momentos inadecuados, cuando ya se han desarrollado muchas actividades, que se tendrán que rehacer, y cuándo se han comprometido muchos recursos (figura 3). Circunstancia que hace que estas resulten costosas, en términos de tiempo, dinero y satisfacción del cliente.

Además se trata de una forma de proceder que consume la vitalidad de la empresa, tal y como pone quiere poner de manifiesto la denominación alternativa de *ingeniería del salto del muro*, que se popularizó con la publicación de la viñeta, elaborada por la empresa Ford, que se muestra en la figura 4. En la misma se quiere representar que las entregas que se producen entre los diferentes departamentos, en este caso entre diseño y fabricación, no se producen en unas condiciones deseables, como fruto de los muros que la incomunicación levanta entre los diferentes departamentos.



FIGURA 4. Barreras entre diseño y fabricación [Boothroyd, 94]

### ***La solución: el enfoque concurrente***

Las dificultades inherentes a un proceso secuencial y sus percepciones pueden mitigarse adoptando un nuevo modelo o enfoque, la ingeniería concurrente, que se puede definir (Dr. Cleetus del CERC a través de [Vila, 00]) como: “Una aproximación al desarrollo inte-

grado del producto que contempla las demandas de los clientes y refuerza los valores del trabajo en equipo –como la cooperación, la confianza y la compartición de datos– de manera que la toma de decisiones, que se realizan en el trabajo en paralelo de las distintas áreas del ciclo de vida del producto, se produzca de forma sincronizada, asegurando el intercambio constante de información y basándose en el consenso”.

El hecho de que las actividades de los equipos de trabajo se desarrollen en paralelo y que el comienzo de cada fase no dependa de la total finalización de la etapa precedente (figura 5), obliga a que las diferentes funciones se integren, permitiendo un intercambio de información continuo y completo.

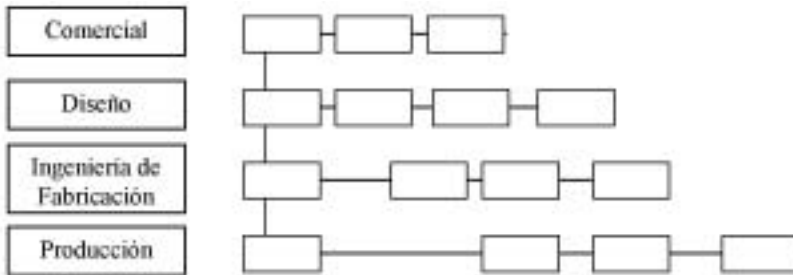


FIGURA 5. El proceso de la ingeniería concurrente

La puesta en práctica efectiva de la ingeniería concurrente requiere de buenas comunicaciones entre las diferentes funciones asociadas con el ciclo de vida del producto. La información debe tener un propietario común, debe ser compartida y debe ser accesible de forma libre y fácil. Para ello, como en las compañías organizadas funcionalmente la información supone poder y por lo tanto se reserva, se deberán buscar estructuras organizativas más abiertas, que permitan una gestión matricial y faciliten el trabajo en equipo. Pero, además será necesaria la integración de todos los medios de la compañía necesarios para el desarrollo del producto, incluyendo las personas, las herramientas, los recursos informáticos, los datos y la información.

## ***La gestión de la concurrencia debe moverse del caos al orden***

Una buena gestión del proceso concurrente no resulta nada fácil. Nos debería permitir que el mismo se moviera desde las preguntas a las respuestas, desde la percepción divergente a la convergente, desde la creatividad individual a su implementación en equipo, del pensamiento abstracto a una experimentación rápida que concrete la acción con unos resultados de calidad, del caos deliberado al inicio a un orden emergente hacia el final. Pero todo ello, además, acortando el tiempo de desarrollo.

El responsable del proyecto y líder del equipo, debe conseguir la involucración temprana de todos los especialistas. Ha de permitir que aquellos que tradicionalmente entraban al final del proceso de investigación y desarrollo puedan expresar pronto sus preocupaciones sobre todos aquellos problemas puntuales que pueden surgir más tarde. Los resultados establecidos en esta etapa inicial y las percepciones sobre problemas potenciales futuros deben compartirse cuánto antes.

Todo el grupo debe explorar ideas y buscar soluciones a los problemas puntuales, antes de que emerjan, aprovechando los conocimientos y experiencia de todos los especialistas que lo componen. La creatividad y la innovación, las fuerzas conductoras de la productividad, permanecen ante todo en las mentes de aquellos más íntimamente relacionados con el trabajo y deben explotarse adecuadamente.

La ventaja del modelo concurrente es que los problemas son abordados más rápidamente que en el proceso secuencial. En las primeras etapas del modelo de percepción concurrente, hay más caos, más experimentación y cambio, pero esto reduce la necesidad de deshacer y rehacer el producto más tarde y consecuentemente el tiempo de desarrollo.

Pero lo más importante de este enfoque es que establece un entorno de aprendizaje que trasciende de las tradicionales fronteras entre especialidades que deben colaborar en la investigación y desarrollo.



## Áreas de desarrollo de la ingeniería concurrente

Para conseguir una implantación con éxito y conseguir un entorno de ingeniería concurrente competitivo existen cinco ámbitos a abordar y mejorar, relacionados con:

- La creación de equipos de trabajo multidisciplinares.
- La adopción de metodologías formales de diseño.
- La utilización de herramientas asistidas por ordenador. Tanto las de propósito específico o funcionales (CAx), como las de comunicación, gestión de datos, etc.
- El establecimiento de modelos de empresa que cubran todas las dimensiones que afectan al producto, al proceso y al proyecto.
- Las arquitecturas de los Sistemas de Información y los estándares de integración de datos del producto (STEP, etc.).

De todos estos ámbitos únicamente nos detendremos, aunque sólo sea brevemente, en los dos primeros.

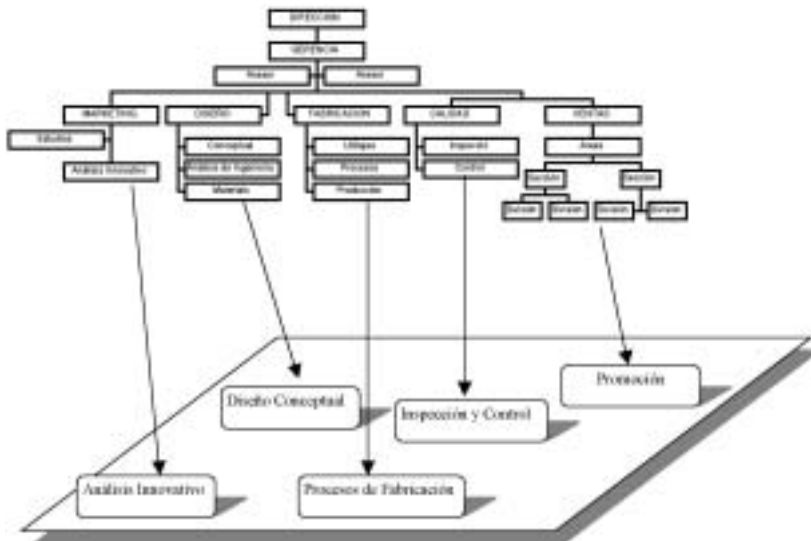



FIGURA 6. Ejemplo de las áreas de una empresa participantes en un determinado proyecto



La práctica de la ingeniería concurrente demanda, como ya he indicado, una aproximación de equipos multidisciplinares. Equipos que deben tener individuos de diferentes departamentos (figura 6), incluyendo los principales suministradores y clientes. Todos los miembros del equipo deben trabajar como parte de un grupo con los mismos objetivos, objetivos que deben ser precisos. Se trata de equipos que podrán intervenir en diferentes etapas (preconcepto, detalle, lanzamiento, producción, etc.) y que se podrán expandir o reducir a lo largo de su tiempo de intervención.

A los equipos multidisciplinares debe de dárseles casi toda la autoridad para las decisiones a tomar en el proyecto, siendo responsables del completo desarrollo del nuevo producto. Una autoridad que incrementa la motivación y el compromiso de los miembros del equipo, estableciendo un entorno de pertenencia común e identidad con el proyecto.

En los equipos multidisciplinares, la comunicación efectiva entre los miembros es crucial, de ella depende el éxito de la ingeniería concurrente. La tipología de comunicación establecida es función de las personas implicadas y de las herramientas utilizadas en el desarrollo del producto.

Estas comunicaciones pueden efectuarse de una manera personal, con los miembros del equipo trabajando en proximidad, preferiblemente en una oficina de espacios abiertos, pero la utilización de sistemas informáticos, con las facilidades que proporcionan para establecer comunicaciones y para soportar herramientas de análisis propias de la ingeniería y de apoyo a la decisión, es una opción que puede proporcionar una ayuda importantísima al equipo, ampliando su configuración e incluso su internacionalización.

Pero para favorecer la colaboración no es suficiente con impulsar el trabajo en equipo y con establecer una buena gestión de las actividades que éstos realizan, también resulta fundamental la utilización de unas metodologías y técnicas adecuadas y hacerlo en la etapa diseño y el momento adecuado (figura 7). Entre las distintas teorías o metodologías para el trabajo en equipo, mejora de la calidad o del propio proyecto diseño existen algunas que son bastante importantes en la ingeniería concurrente. La lista de métodos formales disponibles en la

actualidad es muy diversa, pero entre ellos podemos citar: el despliegue de la función de calidad (QFD), análisis de valor, diseño de experimentos, métodos Taguchi, análisis de modos de fallo y efectos (FMEA), gestión de la calidad total (TQM), control estadístico de procesos (SPC); diseño para fabricación, diseño para ensamblaje, diseño para mantenimiento, diseño para reciclaje, etc. (de forma genérica Diseño para X, DFX), prototipaje rápido, técnicas de mejora de la productividad (JIT, OPT), técnicas de mejora continua, técnicas de valoración de la madurez del diseño y de costes, etc. Todo un conjunto de métodos y técnicas que pueden proporcionar grandes beneficios y que en la actualidad se han implementado en herramientas informáticas.

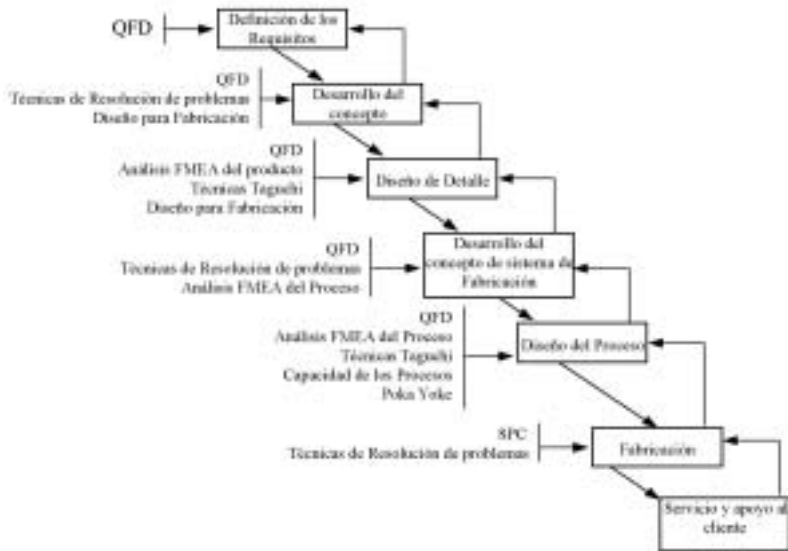



FIGURA 7. Metodología de Lucas Automotive

## La gestión del ciclo de vida del producto

En el apartado anterior, dedicado a la Ingeniería Concurrente, hacíamos referencia a que también es necesario impulsar las áreas de las



aplicaciones informáticas de apoyo a la compartición y gestión de datos, etc. y, también, la de las arquitecturas de los sistemas de información, entre otras, como mecanismos que favorecen la comunicación y la colaboración que la ingeniería concurrente propugna. Pues bien, alrededor de estos requerimientos básicos y para impulsar un proceso de ingeniería (particularmente el de definición del producto) que no se circunscriba a la propia empresa, aprovechando las ventajas de las tecnologías web, se han desarrollado unas técnicas y soluciones informáticas de nueva generación que se engloban dentro del área de desarrollo que se ha venido a denominar ingeniería colaborativa entre empresas o e-colaboración, que amplía la visión de la ingeniería concurrente y que, por lo tanto puede verse como su sucesora. De entre las soluciones que emanan de esta visión sobresalen, por su amplitud, las de gestión del ciclo de vida del producto (PLM's).

Los cambios en los procesos de ingeniería nos han conducido a una situación que Eigner describe [ProStep, 03] con la siguiente frase “la agonía de todo ingeniero/a es no tener tiempo suficiente para la innovación”. El aumento del número de procesos que ahora se desarrollan en paralelo y que antes se ejecutaban secuencialmente, el incremento de las demandas de aseguramiento de la calidad, la necesidad de extender la colaboración internacional en la propia empresa y la creación de equipos de desarrollo entre empresas ha hecho crecer la proporción de tiempo no creativo, como es el dedicado al trabajo de información, documentación y comunicación (figura 8). Aliviar esta carga que hoy soportan los ingenieros/as, proveyendo un soporte eficiente a estas tareas y otras es uno de los retos a que se enfrenta la gestión del ciclo de vida del producto.

El éxito en el proceso de diseño y desarrollo de nuevos productos, y en la empresa por extensión, se puede alcanzar a través de proyectos de mejora que se concentren, por una parte, en la automatización de los procesos estables y maduros y, por otra, en promover activamente la colaboración en los procesos creativos y que añaden valor, en base a la compartición de información. Con su implantación podremos aumentar la rapidez de los procesos de diseño/desarrollo y racionalizar tanto el catálogo de productos como la cartera de proyectos.

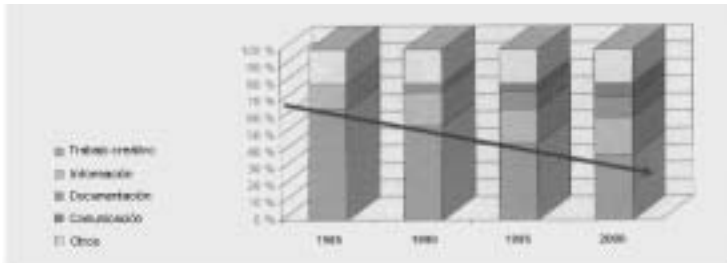


FIGURA 8. Disminución del tiempo para innovar

Los PLM's son soluciones informáticas que se han ido construyendo a partir de las utilidades que proporcionaban las tradicionales aplicaciones de gestión de datos de producto (*Product Data Management* o PDM) –que soportan una colaboración asíncrona y en serie, gestionando los datos y el acceso a la información- y de trabajo cooperativo asistido por ordenador (*Computer Supported Cooperative Work* o CSCW)– que facilitan la colaboración síncrona (en tiempo real), permitiendo la visualización, discusión, anotación y modificación de todo tipo de información. A las funcionalidades básicas de estas aplicaciones, que constituyen sus antecedentes fundamentales, se han ido añadiendo otras funcionalidades relacionadas con la definición del producto en todo el ciclo de vida como son la gestión de la estructura de productos, la gestión de las órdenes de cambio, la gestión de las configuraciones (variantes), la gestión de los requerimientos, la gestión de los flujos de trabajo (*workflow*), la gestión de proyectos, la gestión de la cartera de productos, la gestión de los sistemas de clasificación, etc. Se trata de soluciones informáticas, fundamentales para el desarrollo de entornos de diseño colaborativo (activos intangibles), que también pueden utilizarse en áreas de aplicación que no pertenecen a la definición del producto (diseño y desarrollo, servicio, retirada, etc.) Algunas de sus últimas extensiones se dirigen a la gestión de los activos (mantenimiento preventivo, etc.), la gestión de calidad o la gestión del medio ambiente y seguridad de equipos.




FIGURA 9 . Aplicaciones para la gestión integrada de la empresa

Estas soluciones PLM, que pertenecen al ciclo de vida del producto, se están integrando con aquellas otras soluciones de gestión integrada de la empresa distribuida que se concentran en el ámbito del ciclo de vida de la producción y suministro (órdenes), como son las populares ERP (gestión de recursos de la empresa) o las más recientes de CRM (gestión de la relaciones con los clientes) o SCM (gestión de la cadena de suministro). Tal y como se ve en la figura 9, esta macrosolución se construye en base a unas mismas utilidades de integración y colaboración y a una información que ha de cubrir todo el ciclo de vida de los productos.

El reto de la colaboración y de la integración, como se aprecia en la figura 9, trasciende, pues, al proceso de diseño y desarrollo de nuevos productos, cubriendo todos los de la empresa. Por lo tanto, la consecución de esta integración y colaboración, mediante la incorporación de las nuevas soluciones informáticas de gestión integrada, es uno de los retos más importantes de la industria manufacturera de hoy.

## Conclusiones

Como dice Porter “no puedes proteger tu camino al éxito” tratando de impedir que te copien o imiten en actividades aisladas, sea cuál



sea el campo al que pertenezcan (de la tecnología del producto, de la cadena de suministro, etc.), porque no es posible. Sin embargo, las actividades ligadas son difíciles de duplicar y conducen a la invulnerabilidad

Pues bien, los conceptos, orientaciones y tecnologías que acabo de presentarles, y que buscan la competitividad centrada en el producto, creo que presentan esta singularidad. Pero dicho esto, también tengo que indicarles que el implantarlas con éxito en una organización concreta no es una tarea fácil, porque se trata de una transformación que requiere de cambios culturales y organizativos importantes y de inversiones significativas en formación y tecnología.

Se trata de un camino que necesita de múltiples aportaciones; entre ellas, las que pueden proporcionar las instituciones de formación superior e investigación y propias empresas de un territorio.

De nosotros depende que estos recursos y estén disponibles. A las Universidades revisando nuestros procesos educativos y las líneas de I+D+i, y a las empresas priorizando las inversiones y proyectos que las favorezcan, apostando por la formación y por el talante y el talento de las personas.


Esto es todo, y para finalizar, un deseo: que las reflexiones que acabo de compartir con vosotros ayuden a aumentar la consciencia sobre la importancia de invertir en los procesos de innovación y desarrollo de nuevos productos y, en particular, en los conceptos, tecnologías y competencias profesionales que pueden impulsarlos y que han guiado esta exposición.

## Referencias

[Boothroyd, 94] Boothroyd, G. Dewhurst, P. i Knight, W. “Product design for manufacture and assembly”. Marcel Dekker. 1994.

[Barceló, 00] Barceló i Roca, M. “ Impacte de la societat del coneixement sobre la creació, la producció i la distribució de béns i productes”. Llibre d’actes del I r Congrés d’enginyers de l’legua catalana. Manresa. Desembre 2000.

[Carter, 92] Carter, D. E. i Baker, B.S. “Concurrent Engineering. The product Development Environment for the 1990s”. Addison-Wesley. 1992.

- 
- [CE-NET, 01] Deliverable D03. “CE Taxonomy”. CE-NET Concurrent Enterprising Network of Excellence. IST-1999-29107.
- [Cooper, 00] Cooper, R. “Doing it right. Winning with new products”. Business Journal. August 2000.
- [EC, 02] Engineering Council (UK). “Overview of the Engineering Council Examination”. [www.engc.org.uk](http://www.engc.org.uk).
- [Hed, 99] T. Hedberg. “The role of the Global Engineer- A european view. Educating the Engineer for the 21st Century”. Proceedings of the 3<sup>rd</sup> Workshop on Global Engineering Education. Kluwer Academic Publishers. 2001.
- [Mir, 00] Mir i Soler, N. “Per qué i fins quin punt és sostenible el nostre model de societat? El posicionament de Beck en el debat sobre la sostenibilitat de la societat industrial”. Llibre d’actes del I Congrés d’enginyers de l’EUA catalana. Manresa. Desembre 2000.
- [ProStep, 03] “ProStep iViP Science Days 2003”. Product Data Journal, Vol 10. 2003.
- [Romero, 01] Romero F. “Ingeniería Concurrente”. I Jornadas-Seminario Internacional de Ingeniería de Fabricación. UNEXPO. Puerto Ordaz (Venezuela). Octubre 2001.
- [Vila, 00] Vila, C. “Estrategias de implantación de nuevas tecnologías en el ámbito de la Ingeniería Concurrente”. Tesis Doctoral de la Universitat Jaume I. 2000.