

Recepción: 29 de octubre de 2014

Aceptación: 03 de noviembre de 2014

Publicación: 02 de diciembre de 2014

INGENIERÍA CONCURRENTE APLICADA AL SECTOR DEL CALZADO. CASO PRÁCTICO

AN INTRODUCTION TO CONCURRENT ENGINEERING

Alejandro Rodríguez Villalobos¹

Francisca Sempere Ripoll²

David Juárez Varón³

Ana Mengual Recuerda⁴

1. Ingeniero en Organización Industrial. Doctor en Ingeniería. Universidad Politécnica de Valencia. Departamento de Organización de Empresas. E-mail: arodriguez@doe.upv.es
2. Ingeniera Industrial. Doctora en Ingeniería. Universidad Politécnica de Valencia. Departamento de Organización de Empresas. E-mail: fsempere@omp.upv.es
3. Ingeniero en Organización Industrial. Doctor en Ingeniería. Universidad Politécnica de Valencia. Departamento de Ingeniería Mecánica y Materiales. E-mail: djuarez@mcm.upv.es
4. Ingeniera en Organización Industrial. Doctoranda en Ingeniería. Universidad Politécnica de Valencia. Departamento de Organización de Empresas. E-mail: amrecuerda@hotmail.com

RESUMEN

La ingeniería concurrente tiene su máxima aplicación en las empresas multinacionales, que son las grandes usuarias, y que se plantean como principal objetivo lograr mejoras en la calidad de los proyectos, reducir la duración de los mismos y su coste total.

El reto estriba en ponerlo en marcha en las empresas medianas o pequeñas, donde todavía no ha desarrollado esta metodología, teniendo en cuenta que implica a todas las personas de la organización, destacando la integración multifuncional y el desarrollo concurrente de un producto y sus procesos asociados.

El objeto de este artículo es exponer los beneficios de la ingeniería concurrente aplicada al sector del calzado, mediante un caso práctico.

ABSTRACT

Concurrent engineering has its greatest application in multinational companies, which are major users and raised focused on making improvements in the quality of projects, reducing their duration and total cost.

The challenge is to implement it in small or medium-sized enterprises, which has not yet developed this methodology, considering it involves everyone in the organization, emphasizing the multifunctional integration and concurrent development of a product and its associated processes.

The purpose of this article is to expose the benefits of concurrent engineering applied to the footwear industry through a case study.

PALABRAS CLAVE

Ingeniería, concurrente, desarrollo, producto, calzado.

KEY WORDS

Engineering, concurrent, development, product, footwear.

INTRODUCCIÓN

De acuerdo con Youssef [1] la Ingeniería Concurrente se puede definir como “una filosofía de diseño que promueve esfuerzos colectivos e integrados de un cierto número de equipos implicados en la planificación, organización, dirección y control de todas las actividades relacionadas con productos y procesos, desde la generación de la idea hasta la terminación del producto o servicio, de forma que:

- Los diseños, medios de fabricación y tecnologías de las información disponibles son eficientemente utilizados.
- Se enfatiza el trabajo en equipo.
- Se eliminan redundancias y las actividades que no generan valor añadido.
- Se promueve la integración en la empresa.
- Los requerimientos del consumidor y la calidad son tenidos en cuenta desde el comienzo del diseño del producto.”

No todos los autores denominan a esta técnica Ingeniería Concurrente (Concurrent Engineering CE), algunos hablan de Ingeniería Paralela, y en la industria del automóvil se habla de Ingeniería Simultánea.

En la literatura existen numerosas definiciones, una de las primeras proviene del Institute for Defense Analysis (USA) que en su informe R-339 de 1986 define el término:

“Ingeniería concurrente es una aproximación sistemática a la integración concurrente del diseño de productos y sus procesos relacionados, incluyendo fabricación y servicio. Este enfoque propone implicar a los desarrolladores, desde el comienzo, a considerar todos los elementos del ciclo de vida del producto, desde el concepto hasta la venta, incluyendo calidad, coste, planificación, y requerimientos de usuario.” [2]

El objetivo principal de la ingeniería concurrente es obtener un enfoque sistemático para el diseño simultáneo interdisciplinar de un producto y los procesos que conlleva, para así conseguir el producto correcto reduciendo costes y tiempo [3].

La ingeniería concurrente es un mecanismo que puede reducir la incertidumbre y mejorar las capacidades competitivas de una organización. Se permite que la información fluya a través de la organización de forma rápida y efectiva, reduciendo de ese modo la incertidumbre.

Las empresas que experimentan en su entorno un alto cambio tecnológico y de producto, están utilizando más prácticas de ingeniería concurrente [4]. También llamada ingeniería simultánea, es un fenómeno que aparece a principios de la década de los ochenta en el Japón y que llega a Europa a través de América, fundamentalmente Estados Unidos, a finales de esa misma década.

Una nueva visión tanto de las actividades (proyectos y las propias organizaciones) como de los resultados (productos y/o servicios) incide en el concepto de ciclo de vida [5], es decir la

consideración global de todas las etapas que recorren estas entidades desde que son creadas hasta que termina su vida útil.

Analizando el diseño tradicional frente al concurrente [6], el volumen de información que se maneja hace necesaria la concurrencia de varias personas [7], cada una de ellas añadiendo o incluyendo su aportación al diseño, y la mejor forma de coordinar este flujo de información es mediante herramientas informáticas [8].

El factor coste es el factor fundamental de cara a la evaluación de la idoneidad de la aplicación de estas tecnologías. El estudio de la variación del coste de una modificación en función de la fase del proyecto en la que nos encontremos puede ser un factor decisivo a la hora de aplicar estas tecnologías. Bargelis [9] presenta la estructura y las principales funciones de un módulo técnico-económico que fue desarrollado para el entorno de la ingeniería concurrente.

Teniendo en cuenta [10] la ingeniería concurrente como enfoque sistemático para el diseño simultáneo integrado de un producto y los procesos relacionados (incluyendo la fabricación y las otras funciones de apoyo), requiere la formación de equipos multifuncionales de especialistas que representan a todas las actividades de la organización [11].

Los beneficios esperados al aplicar la ingeniería concurrente [11] son los siguientes:

1. La mejora de la calidad de los diseños que se tradujo en una reducción drástica de los órdenes de cambio de ingeniería (mayor de 50%) en la producción temprana.
2. Tiempo de ciclo de desarrollo del producto reducido [12] por tanto un 40-60% a través del diseño concurrente, en lugar de un diseño de producto y proceso secuencial.
3. Los costes de fabricación reducidos hasta en un 30-40% por tener equipos multifunción integran diseño de productos y procesos.
4. Desechos y reprocesos reducidos hasta en un 75% a través de los productos y la optimización del diseño de procesos.
5. Esfuerzos de mantenimiento/facilidad de servicio y costes de garantía reducidos (es decir, ahorro de costes de ciclo de vida).

DESARROLLO

Para lograr los mejores resultados de todos los elementos cruzados funcionales clave, como son el marketing, la gestión de productos, compras, ingeniería de fabricación y calidad, éstos deben ser concurrentes también. El desarrollo de productos bajo el principio secuencial está siendo reemplazado por el enfoque concurrente contemporáneo [13].

Las empresas que se adapten a las nuevas condiciones del mercado lograrán su permanencia [14] y al crecer en proyección internacional se encontrarán con varias dificultades, como, por ejemplo, los excesivos tiempos para el desarrollo de nuevos productos. El mercado obliga a las empresas a una transición de la secuencia a la ingeniería concurrente, y como el trabajo en equipo es el elemento básico de la ingeniería concurrente, se presta especial atención a los grupos de trabajo que se forman en los bucles de proceso de desarrollo de productos concurrentes en las empresas.

Los trabajos publicados en el campo de los equipos de planificación de las grandes compañías han revelado que se recomienda en las grandes empresas una estructura de equipo de tres niveles. Para pequeñas empresas, el análisis de la estructura de tres niveles lleva a la conclusión de que se debe preferir una estructura de equipo de dos niveles y una organización matricial.

A continuación se muestra de manera tabular una recopilación de la literatura [2, 7, 15] relativa a las diferencias entre un desarrollo secuencia y la ingeniería concurrente:

	Desarrollo Secuencial	Ingeniería Concurrente
Definición del producto	Es miope y rápida en las primeras fases. Más clarificadora en etapas tardías. Secuencial y posiblemente desenfocada.	Menos miope (enfocada) pero costosa en las primeras fases. Simultáneamente a partir de informaciones parciales. Concurrente por los implicados.
Plazo de desarrollo (Time to Market)	Elevado y poco competitivo. Debido a numerosos cambios en el desarrollo.	Menor y competitivo. Se reduce del orden del 25-33% o incluso más sobre el actual tiempo de desarrollo.
Valor Añadido y Servicios	En ocasiones como objetivo secundario. Falta de orientación e información sobre el valor percibido por el cliente. Poco tiempo y esfuerzo dedicado a la simplificación del producto.	Se promueve e incrementa el Valor Añadido percibido por el cliente. Orientación hacia técnicas de Análisis de Valor. Reducción de piezas y Simplificación del producto. Visión integrada de los servicios.
Complejidad	Variable respecto al producto. Los productos complejos implican más desventajas.	Permite abordar productos de mayor complejidad con mayores ventajas.
Eficiencia	Alta eficiencia a nivel departamental. Problemas de eficiencia global o en la integración de funciones y procesos. Ineficiencias en la utilización de los recursos de diseño y también de producción.	Eficiencia a nivel global. Alta integración de funciones y procesos. Eficiencia en la utilización de los recursos de diseño, desarrollo y producción. Se promueve el DFMA, DFL, etc.
Coste	Costes variables dependiendo de la complejidad del producto y estructura. Aparición de Costes extra en etapas tardías del desarrollo debido a ineficiencias y cambios.	Reducción considerable de los costes de diseño, desarrollo y producción. Mayor eficiencia en el uso de recursos. Coste más competitivo. Valor y rentabilidad frente a coste.
Conocimiento	Poco compartido. Especializado. Conocimiento experto retenido e incluso en ocasiones ocultado.	Permite y promueve la gestión del conocimiento. Intercambio de experiencias y enriquecimiento y difusión del conocimiento en varios niveles. Sinergia.
Cambios	Numerosos, de gran magnitud y en etapas tardías del desarrollo. Coste elevado o muy elevado. Debidos a falta de enfoque y concurrencia en el desarrollo. A veces notificados inadecuadamente.	Menos numerosos (50% -), de menor magnitud y en etapas tempranas del desarrollo. Coste mucho menor. Debidos al propio proceso de concurrencia. La notificación es inmediata.
Calidad	Calidad enturbiada por la ineficiencia y desenfoco. Alejada del Cliente. Control de calidad en puntos de control (State Gate).	Mejora considerable de la Calidad (75% - defectos). Calidad orientada al cliente QFD. Control continuo de la calidad durante todo el proceso. Se promueven técnicas TQM para asegurar la calidad desde el comienzo.

Tabla 1: Desarrollo Secuencial vs. Ingeniería Concurrente (1/3). Elaboración Propia.

	Desarrollo Secuencial	Ingeniería Concurrente
Ciclo de Vida	En ocasiones se olvidan etapas del ciclo de vida del producto. Sobre todo, las últimas etapas del ciclo con la retirada del producto o el fin de su vida útil. Las ineficiencias y rectificaciones provocan un ciclo de vida menos competitivo y fructífero.	El diseño y desarrollo se hace pensando en todo el ciclo de vida del producto. Se promueven las técnicas DFD, DFE, DFL. El producto es más competitivo y el ciclo de vida es más fructífero.
Integración	Falta de integración de algunos departamentos e implicación de elementos externos a la empresa como proveedores. La implicación de algunos miembros puede ser puntual, se producen abandonos y desvinculaciones del proyecto.	Alta integración de personal de diferentes departamentos, incluso de proveedores, marketing, y logística. Implicación durante toda la duración del proyecto.
Cooperación	Pobre cooperación. Puntualmente y limitada a algunos departamentos / personas. Cooperación obligada frente al pánico.	Sentido de cooperación. Amplia cooperación real multidisciplinar y a lo largo de toda la duración del proyecto. Para trabajar concurrentemente se coopera hacia unos objetivos comunes.
Comunicación	Secuencial. De una fase a otra. Jerárquica a través de la estructura de la empresa y filtrada por el responsable del proyecto. Reuniones conjuntas frente al pánico.	Abierta, cruzada entre todos los miembros del proyecto y diferentes disciplinas. Continua en todas las fases. Comunicación horizontal a través de la estructura jerárquica. Revisiones y aportaciones en reuniones periódicas y bien planificadas.
Coordinación	Poca o casi nula coordinación. No se reconoce como necesaria.	Alta coordinación. Imprescindible.
Control y Poder	En ocasiones centralizado o asumido por un solo departamento. Basado en la estructura jerárquica. Control puntual y basado en puertas State-Gate.	Compartido. Transversal a la estructura jerárquica. Control continuado mientras dure el proyecto.
Responsabilidad	Esquiva. Asumida sólo en la propia faceta.	Asumida y Compartida.
Flexibilidad	Falta de flexibilidad y sentido reactivo al cambio.	Requerida para la concurrencia y adaptación de tareas.
Toma de Decisiones	A nivel departamental o jerárquicamente centralizada. Optimización local, sin tener en cuenta restricciones de otros procesos y funciones no locales. Decisiones estrictas.	Global y compartida a pesar de que la toma de decisiones se puede realizar con información parcial e incompleta. Decisiones flexibles.

Tabla 2: Desarrollo Secuencial vs. Ingeniería Concurrente (2/3). Elaboración Propia.

	Desarrollo Secuencial	Ingeniería Concurrente
Cliente	Aparece en ocasiones como algo secundario. No suele participar en la validación del diseño. Sus requerimientos y necesidades se intuyen y están basados en la experiencia más que en técnicas de prospección.	Sus requerimientos y necesidades son importantes. Es tenido en cuenta desde las primeras etapas del proyecto. Se promueven técnicas de prospección y QFD. Participa en la validación del diseño.
Innovación	En ocasiones se considera como un esfuerzo demasiado costoso. Aparece como algo casual o esporádico y de manera desorientada del cliente. Sólo algunos participan.	Forma parte de la estrategia. Se reconoce como un esfuerzo necesario y útil para dotar al producto de mayor valor añadido, hacerlo competitivo, superando las expectativas del cliente. Es resultado de un esfuerzo colectivo.
Formación	Cualificada y muy especializada.	Cualificada y especializada pero con una visión global. Debe incluir aspectos de la planificación y desarrollo del trabajo en equipo. Orientada hacia la multidisciplinaria.
Localización	Departamental (Cubículo).	Las nuevas tecnologías permiten una localización dispersa. Pero es recomendable estudiar este punto atentamente.
Implementación	Más sencilla. No requiere transformaciones funcionales de la empresa.	Requiere esfuerzo y entraña dificultades (Cambios organizativos, de estructura, gestión, mentalidad, etc.). Debe ser paulatina y comenzar en pequeños proyectos de éxito. Los grandes beneficios se obtendrán a medio y largo plazo.

Tabla 3: Desarrollo Secuencial vs. Ingeniería Concurrente (3/3). Elaboración Propia.

APLICABILIDAD DE LA INGENIERÍA CONCURRENTES AL SECTOR DEL CALZADO: CASO PRÁCTICO

Las empresas, ya sea en fabricación o prestación de servicios [16], tienen que ser reestructuradas o reorganizadas con el fin de superar los retos del siglo XXI, en el que los clientes no sólo quedan satisfechos, sino también encantados.

En este entorno competitivo, las organizaciones deben utilizar un sistema flexible, adaptable y con un paradigma de responsabilidad [17].

La ingeniería concurrente es una filosofía de gestión y no se limita únicamente a las empresas manufactureras. Se trata de un enfoque sistemático y simultáneo en el desarrollo de un producto o proceso, formando a todas las personas que deben participar en primer lugar.

La presión de la competencia mundial ha motivado a muchas empresas a cambiar a una forma más rápida de desarrollo de productos, tales como la ingeniería concurrente.

Mediante la ejecución de diseño en paralelo, las mejoras se producen en muchas áreas como la comunicación, la calidad, los procesos de producción, los flujos de caja y la rentabilidad.

FASE 1: CONOCIMIENTO DEL PROCESO DE DISEÑO Y DESARROLLO DEL PRODUCTO

Para conocer el modelo actual de proceso es necesario identificar las fases en las que se desarrolla el actual proceso de elaboración de una colección, estableciendo los departamentos implicados e interrelaciones entre ellos.

El procedimiento llevado a cabo es una dinámica de grupo, cuyo desarrollo está basado en la aportación por parte de los participantes del material que han trabajado en la colección de anterior, especificando cada uno en qué fase ha participado.

Comienza la dinámica llevando los participantes al aula el material “de referencia” trabajado para la colección. A continuación se abre un debate para identificar las fases en las que se desarrolla una colección.

Lista de participantes: área de diseño, área de comunicación, área comercial, área de administración, área de sistemas, área de investigación de mercados, fábrica y compras.

ASPECTOS POSITIVOS A DESTACAR:

- El equipo de personas implicado en tareas de diseño y desarrollo de producto se ha conocido y han entendido el trabajo que hacen los demás, sus limitaciones y lo que les puede aportar.
- Han conocido las fases en las que se lleva a cabo una colección y dónde participan, conociendo cuáles son sus inputs y sus outputs.
- Han ofrecido soluciones a tareas de otros departamentos para que mejore el proceso.
- El personal del equipo de diseño ha planteado mejorar tratando de implicarse más en fábrica en las primeras fases, para no arrastrar fallos en posteriores fases, que son más caros.
- La motivación de los implicados aumenta cuando comentan en grupo como mejorar.

FASE 2: DISEÑO DE LAS ETAPAS DEL PROCESO Y CUADRO DE MANDO

La definición clara de etapas facilitará la planificación de todo el proceso. El conocimiento sobre la información necesaria en cada etapa y los participantes de la misma es clave para su buena gestión. El saber lo que se puede o no hacer en cada etapa marcará límites y evitará que el proceso de diseño se dilate en el tiempo y no avance. Las etapas recogerán las restricciones de cambios, indicando claramente a partir de qué momento no se hacen cambios. Se definirán los parámetros de gestión de cada etapa que servirán posteriormente para fijar objetivos: número de colecciones, número de construcciones, número de modelos, número de variantes, número de reprocesos, número de muestras, número de muestras vendedor, etc.

Las áreas implicadas en esta ocasión son: brand manager, compras, diseño, comercial y producción.

DEFINICIÓN COMÚN DE LOS ESTADOS DE LA INFORMACIÓN (VOCABULARIO COMÚN)

Los bocetos, maquetas, prototipos, muestras, fichas técnicas, etc. no son más que soportes o portadores de información que tienen un objetivo principal: ayudar a tomar decisiones que facilitan el siguiente paso de la definición del producto (proceso de diseño).

Es importante que exista una definición común y consensuada de todos los soportes de información (cómo se llama, qué es, qué datos e información útil contienen, para qué sirven realmente, cuándo se utilizan, quién ayuda a completar la información, quién los utiliza, por qué).

Esta acción de mejora es vital, muy importante y prioritaria. Sin una información común consensuada que realmente ayude al diseño y desarrollo y que pueda facilitar la mejora de su eficiencia, es difícil que el proceso mejore.

MERCADOS VERSUS COLECCIONES

Desde el punto de vista estratégico se debe trabajar el enfoque de los diferentes mercados/clientes y el desarrollo de colecciones. Hay que analizar (cuantitativa y cualitativamente) los diferentes requerimientos de cada mercado/cliente (más significativos) para intentar compatibilizarlo con un desarrollo racional y ajustado de las colecciones.

¿Cada mercado/cliente requiere una colección diferente? ¿Hasta dónde debe llegar la personalización y servicio al cliente frente a la eficiencia del diseño y desarrollo? ¿Dónde se encuentra el mix de colección óptimo (unificado y con valores de marca versus particularidades de cada mercado/cliente, producto de tendencia versus de consumo, de nueva creación versus reaprovechando desarrollos de éxito anteriores, costoso en

desarrollo versus ágil y flexible...? ¿Se debe diseñar una sola colección base y sobre ésta añadir particularidades específicas de cada mercado?

DISEÑAR INFORMES ESPECÍFICOS

Diseñar informes específicos para cada etapa del proceso de diseño y desarrollo, en función de las necesidades de los usuarios: La información se debe adecuar a las necesidades de cada etapa y se debe personalizar para cada usuario en función de las necesidades concretas. El adecuar los informes a las necesidades específicas de cada etapa facilita su interpretación y su uso.

SEPARAR EL FINAL DE UNA CAMPAÑA CON EL INICIO DE LA SIGUIENTE.

Separar mentalmente y en la agenda de las personas el final de una campaña con el inicio de la siguiente (aunque puedan existir alteraciones): Permitirá establecer una reunión final de campaña para poner en común los logros y también tratar los problemas o aspectos a mejorar del proceso (en las siguientes campañas). Por otro lado se establecerá un sentimiento de fin de etapa y comienzo de un nuevo reto. Eso es más motivador que permanecer en un ciclo sin fin de diseño y desarrollo que parece no terminar y que no se sabe si está funcionando bien (los problemas se repiten, y la sensación puede ser frustrante). Es importante reflexionar sobre el cumplimiento de los objetivos fijados, sobre las desviaciones de la planificación y sus causas, para poder mejorar.

FASE 3: PLANIFICACIÓN DE LA CAMPAÑA

ANÁLISIS DE RESULTADOS DE UNA COLECCIÓN DESDE EL PUNTO DE VISTA DE VALORES Y COMUNICACIÓN

Analizar los resultados de una colección desde el punto de vista de valores y comunicación permitirá reflexionar sobre la adecuación de la colección a los valores de marca y los perfiles semánticos. Las divergencias serán indicadores de una necesidad de actualización de valores o de una pérdida de conciencia de marca que habrá que recuperar.

REUNIÓN INICIAL

Establecer una reunión inicial común para todo el personal de diferentes áreas de la marca, que marque el inicio de la campaña. A partir de ahí establecer una definición y conocimiento común de los objetivos de campaña para la marca, logrando un sentimiento de pertenencia y adopción de compromisos comunes.

ANÁLISIS DETALLADO DE LA INFORMACIÓN DE CAMPAÑAS ANTERIORES.

Analizar de manera detallada la información de ventas-costes-beneficio de campañas anteriores es imprescindible para conocer de manera cuantitativa los resultados de las acciones pasadas. Ayudará a comprender el mercado-producto-desarrollo y a tener argumentos (información útil) para tomar futuras decisiones.

Analizar bien la información para hacer el producto "de la imagen deseada al precio adecuado".

Es clave definir todos los tipos de análisis que hay que realizar de la campaña anterior que ayudarán a definir mejor la siguiente campaña.

DEFINICIÓN DE LOS OBJETIVOS DE CAMPAÑA.

La definición de los objetivos de campaña no sólo ha de llevarse a cabo en términos de ventas (presupuesto), sino también con otros indicadores de eficiencia, calidad, servicio al cliente, estratégicos, etc. Por ejemplo, reducción del número de prototipos y muestras desarrollados, re-aprovechamiento de formas, reducción de la variedad de materiales, colores y adornos, etc.

Una definición clara de objetivos comunes ayuda a la planificación y a la posterior supervisión, control y evaluación del proceso de diseño y desarrollo, pues lo que no se mide no se puede controlar.

DEFINICIÓN DE MULTI-OBJETIVOS

Es importante que se definan objetivos adecuadamente (temporizados, cuantificables y conocidos por todos). Además en diferentes términos: ventas totales (facturación), pero también estratégicos (posicionamiento de la marca, conocimiento y aceptación de la marca, nuevos mercados, evolución de cuotas de mercado, etc.), de calidad de producto, de racionalización de costes, de tiempos de desarrollo (eficiencia), de mortalidad de ideas y desarrollos, formación-capacitación, mejora de recursos e instalaciones, disminución de procesos, etc.

PLANIFICACIÓN DE CAMPAÑA

A partir de la definición de objetivos, hay que realizar una planificación de campaña, identificando fechas clave (hitos), fases del desarrollo, tiempos y recursos, anticipar posibles problemas, indicadores y objetivos de campaña (y de fases, p.e. número de desarrollos).

Es importante formalizar el proceso de diseño y desarrollo, pero sin que sea burocrático y rígido. Todos deben conocer y comprometerse con las fechas y objetivos clave, sus responsabilidades y plazos. Se debe poner en común y consensuar el mejor plan de campaña posible. Los planes están para anticiparse y evitar los problemas, para asegurar la disponibilidad de recursos y tiempos, para cumplir los objetivos y los costes, para mejorar en eficiencia, para coordinar áreas y alcanzar una sincronización y desarrollo concurrente, etc.

CONTRASTAR LA INFORMACIÓN

Combinar las prospecciones de mercado (shopping y observación) con datos cuantificados de ventas, tendencias, competencia, etc.

La búsqueda de información creativa no sólo debe estar soportada por la experiencia, intuición y sensaciones personales (imprescindibles), sino que también se puede sistematizar, organizar, planificar, compartir y cuantificar.

FASE 4: PROPUESTAS DE MEJORA CONTINUA

COMPARTIR EN UN ESPACIO COMÚN

Dotar un espacio común donde se comparta toda la información de prospección, para que esté visible continuamente y se pueda enriquecer de forma continua. Las aportaciones de todos son importantes, el consenso común genera confianza y seguridad. El espacio puede ser virtual (espacio compartido en disco/red o web) o físico, a través de un panel.

IDENTIFICAR A LAS PERSONAS CLAVE, PILARES Y NÚCLEO DEL PROCESO, Y TAMBIÉN VÍNCULOS FUNDAMENTALES DEL PROCESO.

Si se identifican y trabaja con las personas clave, se conseguirá un núcleo multidisciplinar que ayude y potencie la integración de las diferentes áreas funcionales. Deben ser actores fundamentales de la planificación y del desarrollo.

FORMALIZAR UNA "INGENIERÍA DE PLATAFORMA"

Si se forma a las personas en este sentido y se establecen unos objetivos tiene un gran potencial. Se debe ser consciente de lo que se hace y de lo que se puede conseguir.

Aprovechar el desarrollo de construcciones y plataformas de éxito para facilitar la personalización y el desarrollo rápido de moda.

DEFINIR UNA COLECCIÓN CONTEMPLANDO ASPECTOS DE "MIX DE PRODUCCIÓN".

Optimizar una colección, encontrando el equilibrio entre moda-tendencia-personalización y eficacia del diseño-desarrollo-fabricación.

FORMALIZAR UNA "INGENIERÍA BASADA EN EL CONOCIMIENTO"

Se puede ganar eficiencia reaprovechando el conocimiento adquirido. Se puede formalizar soportes de información de pasadas campañas que ayuden al desarrollo de futuras campañas. Ayudará a un desarrollo más rápido, a anticipar información de precios objetivo y costes, y a reaprovechar trabajo anterior. No es necesario reinventar el zapato cada campaña. No es necesario diseñar hormas nuevas constantemente. Los sistemas de información, las bibliotecas y archivos de componentes, pieles, hormas, construcciones, bocetos, etc. son soportes de gran valor para la empresa. Para sacar el máximo partido de debe sistematizar su operativa, su codificación, su soporte.

FORMACIÓN Y SEGUIMIENTO EN NUEVAS TECNOLOGÍAS DE DISEÑO Y DESARROLLO

Diseño digital (sin papeles), prototipado rápido, maqueta digital, realidad virtual, realidad aumentada, gestión integral del ciclo de vida del productos (sistemas de información PLM: Product Lifecycle Management) y diseño paramétrico.

ESFUERZO DE DISEÑO CONTROLADO

Controlar y racionalizar el número de referencias en el desarrollo. No por hacer más se vende más. Se trata de vender más con menos, es decir, vender mejor. La clave está en ser muy creativo en muy poco tiempo, y evaluar de manera muy rápida y certera para desechar de manera temprana aquello que no llegaría a ser un éxito. Muy difícil pero muy necesario.

Se deben trabajar la definición de objetivos, tolerancias y rangos. La información necesaria, compartida y temprana que ayude a la toma de decisiones. El compromiso de todos por mejorar y racionalizar los esfuerzos. Un plan a medio plazo. Sintonía con el mercado, posible programa de prosumidores (prosumer) y cazadores de tendencias. Flexibilidad y respuesta rápida del diseño.

ADELANTAR INFORMACIÓN DE HORQUILLA DE PRECIO-COSTE OBJETIVO

Una de las claves para empezar a mejorar la eficiencia del proceso es la identificación temprana de productos potencialmente útiles (y lo contrario). Para evitar los consiguientes problemas: retrasos, re-trabajos, desviaciones en costes/márgenes, etc. es muy importante que en las primeras etapas del diseño, incluso a nivel de dibujo (boceto) se pueda adelantar información sobre la horquilla de precios y coste de fabricación previsto (aunque sea algo tentativo). Esto es fundamental para hacer las correcciones necesarias del producto de manera muy ágil y barata (a nivel de boceto) sin necesidad de incurrir en costes de desarrollo de muestras para darse cuenta de los problemas y desviaciones.

Esta práctica de anticipar información, evaluar, corregir y descartar se debe repetir especialmente en las primeras fases del diseño. De ahí la importancia de los portadores de información; y de la ingeniería basada en el conocimiento (reaprovechar información del pasado para estimar y acertar sobre el futuro).

RACIONALIZAR LA CREACIÓN DE MUESTRAS.

Las muestras son un soporte de la información costoso que se debe racionalizar. ¿Se puede evaluar de algún otro modo el éxito comercial de una idea sin tener que llegar a la construcción de una muestra para el workshow? (El workshow es el evento en el que se trabaja con los diseñadores y comerciales el detalle de los trabajos realizados:

modificaciones, selección, etc. ¿Pueden los comerciales participar de forma activa y comprometerse de un mayor modo en el diseño temprano y eficiente del producto?

Los comerciales podrían ayudar a definir y evaluar los productos a medida que se van desarrollando, y por supuesto terminar de dar el visto bueno (terminar, no comenzar a rehacerlo todo) en el importante hito del workshop.

Se deben establecer nuevos hitos para la validación del desarrollo: con la implicación de actores importantes (comercial, compras, fábrica) y poniendo en común información útil y argumentos cuantificados que ayuden a las decisiones de ¿qué modelo sigue? ¿Cuál se rectifica? ¿Es realmente necesario un nuevo desarrollo?

VALIDAR CONSTRUCCIONES ANTES DE DESARROLLAR MODELOS

A la par que la racionalización de muestras, se debe intentar anticipar la validación de las construcciones. Antes de avanzar en el costoso proceso de diseño ¿puedo hacer algo con la información actual que me ayude a validar/o no este diseño? ¿Quién puede aportar información útil que ayude en este sentido? ¿Se pueden adelantar las pruebas de calce? ¿Son necesarias las muestras o existe otro tipo de maqueta, prototipo más ágil y menos costoso? ¿Participa activamente comercial en estas decisiones tempranas?

MEJORAR LA INTEGRACIÓN CON LA FUNCIÓN COMERCIAL

Actualmente el área comercial tiene un gran peso y poder en el proceso de diseño y desarrollo. La mayoría de las decisiones y acciones se realizan poniendo como premisa los intereses comerciales. Todas las áreas que participan del proceso de diseño y desarrollo van 'a remolque' del compás comercial.

Sin duda el área comercial debe ser importante, pero se debe acompañar e integrar con el resto de áreas funcionales. Se proponen dos acciones en este sentido:

- integrar a los comerciales y comprometerlos en el propio proceso de diseño, no como en la actualidad en los grandes hitos, sino también en otros más pequeños y tempranos como se ha ido explicando
- el brand manager y coordinación de diseño deben anticiparse a los requerimientos y al calendario comercial. Si brand manager y coordinación anticipan un buen calendario y una buena planificación (que integre a comercial) el compás (y también los objetivos) serán más armónicos.

FORMACIÓN Y SEGUIMIENTO EN NUEVAS TECNOLOGÍAS DE DISEÑO Y DESARROLLO

Diseño digital (sin papeles), prototipado rápido, maqueta digital, realidad virtual, realidad aumentada, gestión integral del ciclo de vida del productos (sistemas de información PLM), diseño paramétrico.

RESULTADOS

A diferencia de los enfoques tradicionales, para el desarrollo de nuevos productos (NPD: New Product Development) la ingeniería concurrente destaca la integración multifuncional y el desarrollo concurrente de un producto y sus procesos asociados. En EE.UU., la ingeniería concurrente ha sido aclamada como la salvación de la competitividad manufacturera, ofreciendo el potencial para un desarrollo más rápido de la más alta calidad o productos más fácilmente producibles.

Como Morgan L. Swink [18] explica , la CE no es un proceso de plug- and-play. Los enfoques de implementación de ingeniería concurrente exitosos difieren en función de factores tales como las características del producto, las necesidades del cliente y los requisitos tecnológicos.

Los equipos proporcionan el mecanismo de integración principal en los programas de ingeniería concurrente, y suelen aparecer con frecuencia tres tipos de equipos en estos proyectos: un equipo de gestión del programa, un equipo técnico, y numerosos equipos de diseño y desarrollo. Dependiendo de la complejidad del proyecto, un equipo de integración puede ser necesario para consolidar los esfuerzos de los diversos equipos de diseño y desarrollo. Los grupos de trabajo también se pueden formar para abordar problemas específicos, tales como la investigación de una tecnología emergente.

APLICACIÓN SECTOR CALZADO

La dinámica les ha aportado una visión global de conseguir optimizar los recursos y ser más eficientes en el proceso de diseño y desarrollo de una colección.

El equipo de personas implicadas trata de resolver el mapa de proceso aportando mejoras a la organización del mismo.

No hay consenso en las fases que se llevan a cabo y el orden seguido, lo cual complica la conclusión del mapa de proceso.

En aquella parte de la colección en la que hay proceso de internacionalización pierden parte del control, debido a que el diseñador es de fuera. La forma de trabajo del diseñador difiere a la de los diseñadores locales y hay conflictos respecto a plazos y a la información que se facilitan de los diseños.

Los análisis de planificación demuestran que en mercados internacionales se venden otras colecciones por encima de las adaptaciones propias. Ello implica que una colección internacional consume muchos recursos pero no se traduce en ventas.

El exceso de modelos y combinaciones que se manejan durante todo el proceso hace que los participantes no tengan tiempo a coordinar las tareas y trabajar en equipo. Las prisas y las urgencias del día a día hacen que las tareas se desarrollen de forma individual y no exista coordinación.

No se dedica tiempo a analizar los resultados de ventas de la campaña anterior antes del lanzamiento de la nueva campaña. Planificación prepara información de análisis de campaña anterior para el workshop, pero no se analiza y no se tiene en cuenta.

CONCLUSIONES

La Ingeniería Concurrente supone mejoras en el proceso de desarrollo de productos. Tiene el potencial de conseguir proyectos menos fragmentados, mejoras en la calidad de los proyectos, reducir la duración de los mismos y su coste total.

La ingeniería concurrente exige que todos los actores involucrados en el proyecto se participen desde el comienzo de las primeras fases.

Implica a todas las personas de la organización, tratando un enfoque sistemático y simultáneo en el desarrollo de un producto o proceso, formando a todas las personas que deben participar en primer lugar.

Es un método relativamente nuevo. Las empresas multinacionales son los grandes usuarios. Sin embargo, la mayoría de las empresas medianas o pequeñas todavía no han puesto en marcha el desarrollo de esta metodología.

El principal objetivo es conseguir el producto correcto en el tiempo estimado y con costes reducidos. Es importante el dominio del problema en el contexto de un producto complejo, diseñado y fabricado en una empresa y trabajando en un mercado altamente competitivo.

Definir y acordar los requisitos del producto es especialmente importante cuando el diseño y fabricación de un sistema es parte de la empresa como los sectores industriales aeronáutico, automoción y naval, que por complejidad y competencia requieren de herramientas y enfoques que permitan una optimización en el diseño y desarrollo de sus productos.

Finalmente, indicar que frente de los enfoques tradicionales, para el desarrollo de nuevos productos la ingeniería concurrente destaca la integración multifuncional y el desarrollo concurrente de un producto y sus procesos asociados.

APLICACIÓN SECTOR CALZADO

- Una labor previa al comienzo de la nueva colección es la focalización de los esfuerzos de las colecciones internacionales para que se asemejen más a la más demandada:
 - Mejorar la planificación de diseño de las colecciones internacionales, racionalizando la variedad de modelos (ferias, atractivo, novedad, etc.)
 - Mejorar la integración (relaciones y comunicación) del proceso de diseño internacional.
 - Analizar las ventas finales reales internacional.

- Aparecen un conjunto de acciones de mejora para todos los diseños en general:
 - Clientes clave y servicio, pero analizando el coste y rentabilidad de la personalización.
 - Adelantar información del presupuesto de coste y precio, desde el inicio (en los dibujos)
 - Adelantar el plan de campaña (consensuado y con compromiso)

- Adelantar información de costes y precios (ajustando variedad)
 - Adelantar información de acabados y colores. Definir pantone y proveedores.
-
- Tratar de mejorar las primeras fases del diseño integrando al personal de diseño en la fabricación, facilitando la fluidez de información, recogiendo las posibles limitaciones de materiales y/o precios y corrigiendo aquellos aspectos del diseño que faciliten las fases posteriores.
 - Reducir el número de diseños, filtrando en las primeras fases del proceso.
 - Consideran clave realizar un prototipo por horma como método de reducción de número de prototipos.
 - Optimizar la colección clave (de la que se nutren el resto) y tratar de que las demás se asemejen en organización.
 - Tratar de establecer un eje de colección y agregar un porcentaje mínimo de personalización para cada destino.

REFERENCIAS

1. Youssef, M.A., *DESIGN FOR MANUFACTURABILITY AND TIME-TO-MARKET .1. THEORETICAL FOUNDATIONS*. International Journal of Operations & Production Management, 1994. **14**(12): p. 6-&.
2. Syan, C.S., *Simultaneous engineering: methodologies and applications*. Overseas Publishers Association, 1999.
3. D. Juárez, C.G., E. Torres, V. Sanz, *Introducción a la Ingeniería Concurrente*. 3C Tecnología, 2014. **3**(2): p. 78-86.
4. Koufteros, X., M. Vonderembse, and W. Doll, *Concurrent engineering and its consequences*. Journal of Operations Management, 2001. **19**(1): p. 97-115.
5. Espinosa, M.d.M., *La ingeniería concurrente, una filosofía actual con plenas perspectivas de futuro* 2004: UNED.
6. C. Guerrero, E.T., V. Sanz, D. Juárez, *Aspectos Destacables de la Ingeniería Concurrente*. 3C Tecnología, 2014. **3**(2): p. 123-130.
7. Takeuchi, H.N., I., *The new new product development game*. Harvard Business Review, 1986. **64**(1): p. 137-146.
8. Pérez, L.R.M., *Tecnologías de Manufactura Avanzada*. Tecnologías de Manufactura Avanzada, 2004.
9. Bargelis, A., *Developing of technical-economic modules for concurrent engineering environment*. Cad/Cam Robotics and Factories of the Future, ed. R. Gill and C.S. Syan. 1996. 902-907.
10. E. Torres, V.S., C. Guerrero, D. Juárez, *Ingeniería Concurrente aplicada al modelo de diseño de producto*. 3C Tecnología, 2014. **3**(2): p. 87-99.
11. Keys, L.K., *Programdproject management and integrated productprocess development in high technology industries*. IEEE Trans. Comp., Hybrids, Manuf Technol. **14**: p. 602-612.
12. Segal, B., *Organizing for a successful CE process*: p. 15-19.
13. Kopac, J., *Concurrent engineering in theory and practice*. Strojnicki Vestnik-Journal of Mechanical Engineering, 2003. **49**(12): p. 566-574.
14. Starbek, M. and J. Grum, *Concurrent engineering in small companies*. International Journal of Machine Tools & Manufacture, 2002. **42**(3): p. 417-426.
15. Miller, L.C., *Concurrent Engineering Design Integrating the Best Practices for Process Improvement*. Society of Manufacturing Engineers, 1993.
16. D. Juárez, C.G., E. Torres, V. Sanz, *Aplicaciones Industriales de la Ingeniería Concurrente*. 3C Tecnología, 2014. **3**(2): p. 111-122.
17. Pullan, T.T., M. Bhasi, and G. Madhu, *Application of concurrent engineering in manufacturing industry*. International Journal of Computer Integrated Manufacturing, 2010. **23**(5): p. 425-440.
18. Swink, M.L., J.C. Sandvig, and V.A. Mabert, *Customizing concurrent engineering processes: Five case studies*. Journal of Product Innovation Management, 1996. **13**(3): p. 229-244.