

## 7. MARCO TEÓRICO

### 7.1 METODOLOGÍAS DE DISEÑO

“La metodología del diseño ha sido una constante en la búsqueda de soluciones a través de la experiencia acumulada en el diseño de productos”<sup>1</sup>. Esta es utilizada para buscar soluciones, las cuales pueden ser encontradas mediante diferentes métodos, por ejemplo: la lluvia de ideas, el análisis morfológico, analogías y el método Delfos. Todas estas metodologías permiten explorar la mente creativa del diseñador.

La teoría general de sistemas provee otra aproximación al diseño, y permite hacer frente a problemas de diferentes orígenes. Básicamente una metodología sistemática permite vincular los diferentes subsistemas mediante el uso de variables.

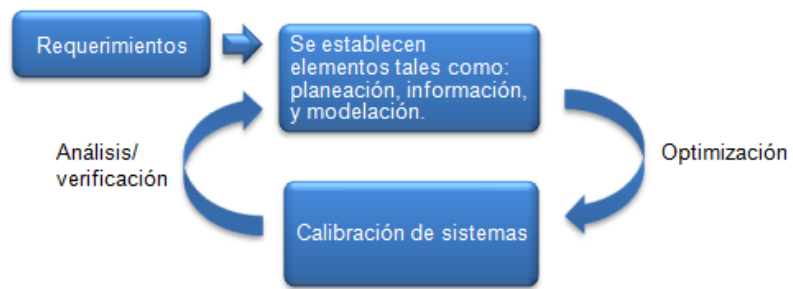
“Tradicionalmente dos alternativas de diseño, Top Down y Bottom up, han sido empleadas en el desarrollo de nuevos productos. En la metodología Top Down, el diseño comienza desde el nivel superior. Las especificaciones son definidas en términos del estado del sistema global y cada componente individual debe ser estimado con suficiente tiempo”<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> HERNANDIS, Bernabé *et al.* Diseño de nuevos productos. Valencia: Servicio de Publicaciones, 1999. p.21

<sup>2</sup> CRESPI, Valentino *et al.* Top-down vs. bottom-up methodologies in multi-agent system design. Received: 18 May 2007 / Accepted: 14 December 2007 / Published online: 5 January 2008 © Springer Science+ Business Media, 2008. p.1

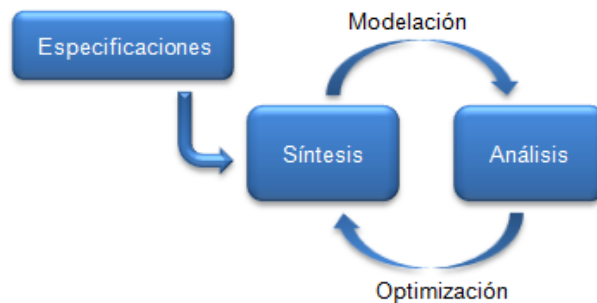
Ilustración 1: Ciclo de diseño Top Down



Fuente *Elaboración propia*

En la metodología Bottom Up, las reglas de iteración se tratan de manera *ad hoc*. Desde Bottom Up, el estado global de los componentes se asume que es difícil de obtener. El comportamiento colectivo deseado emerge entonces de la interacción de los componentes individuales.

Ilustración 2: Ciclo de diseño Bottom Up

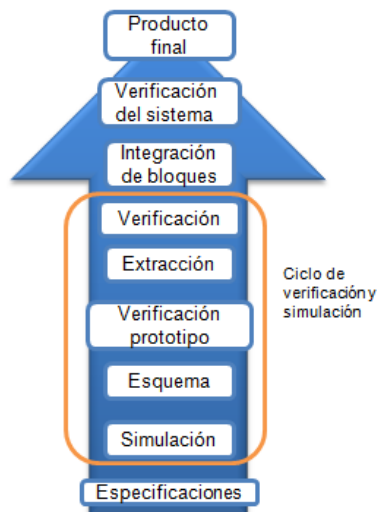


Fuente *Elaboración propia*

### 7.1.1 Metodología de diseño Bottom Up

“Esta metodología consiste en reunir diferentes sistemas que conformaran un todo. Los elementos individuales son especificados en gran detalle, los componentes se van uniendo unos con otros hasta conformar un sistema final, que se logra al llegar al nivel superior”<sup>3</sup>. Esta estrategia asemeja al modelo “semilla”, en el cual se parte de algo pequeño que va creciendo hasta llegar a un sistema terminado y complejo.

Ilustración 3: Metodología de diseño Bottom Up



*Fuente Elaboración propia*

<sup>3</sup> MASI, C.G. Hybrid approach to system design. Estados Unidos. Revista Control Engineering. Febrero 2008. p.58

En el Bottom Up no se necesita tener una imagen clara del estado final del proyecto, sino que para empezar basta con una característica en particular. Es así como se van juntando las pequeñas piezas que luego conformaran un gran sistema, formado por sub sistemas.

Esta metodología tiene sus desventajas, por ejemplo se necesita mucha intuición para decidir la funcionalidad que se le va a dar a cada modulo. Por esto si se está trabajando con un sistema existente es más fácil desarrollar el proyecto que si se empieza desde cero.

Otros aspectos negativos son:

- La verificación a través del proceso se hace muy difícil, casi imposible una vez se está trabajando con grandes ensambles. Por lo que se debe invertir mucho tiempo en la revisión. Necesitándose tiempo adicional para encontrar el error y corregirlo.
- Al emplear un diseño Bottom Up, poca o ninguna exploración es hecha previamente, lo que hace que las mejoras posibles en el diseño sean obviadas.
- “Cualquier error o problema que sea encontrado en el momento de ensamblar el sistema es más costoso de corregir, ya que involucra el rediseño de los bloques de diseño”<sup>4</sup>. Además los procesos deben ser

---

<sup>4</sup> KUNDERT, Kenneth. The Designer's Guide to Verilog-AMS. Boston, Kluwer Academic Publishers. 2004. P.17

- desarrollados en serie, lo que genera que el tiempo para terminar el diseño sea más largo.
- “El número de diseñadores que pueden ser empleados en el proceso de diseño Bottom Up, está limitado por la comunicación intensiva entre diseñadores y la naturaleza inherente de los pasos que se sigue. Además la comunicación necesaria requiere que los diseñadores estén localizados en el mismo espacio”<sup>5</sup>.
- No hay fluidez en esta metodología, lo que lleva a que el diseñador no esté seguro de que los bloques de diseño vayan a funcionar una vez este el diseño completo. Además esto solo se sabrá una vez se construya el prototipo, una etapa muy adelante en el proyecto.
- Sin canales de comunicación confiables los diseñadores usan especificaciones escritas o verbales que pueden estar incompletas o mal formuladas, las cuales se pueden olvidar a mitad del proyecto. La mala comunicación genera errores y la separación de bloques permite que los errores sean encontrados una vez finalizado el proyecto.

### **7.1.2 Metodología de diseño Top Down**

Esta metodología es una estrategia para procesar información y conocimiento. Se emplea en diferentes áreas como: diseño de circuitos, desarrollo de productos, y

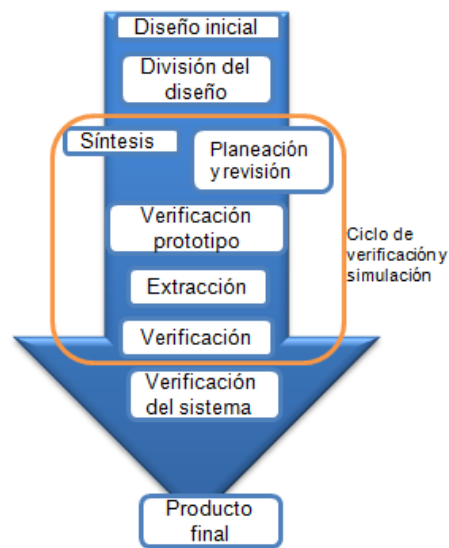
---

<sup>5</sup> IBID

de software. Este último es el campo que más se ha beneficiado de esta metodología, permitiendo desmenuzar los problemas en módulos que permiten que los programadores trabajen de manera más eficiente, ya que los programas al estar divididos son más fáciles de leer y así es posible identificar los errores. Además se pueden reutilizar los módulos que sean comunes creando así programas modulares<sup>6</sup>. Lo que permite ahorrar tiempo y dinero, además al administrador del proyecto se le hace más fácil hacer seguimiento del progreso.

Una vez el programa está terminado el emplear Top Down hace más fácil el mantenimiento, ya que al presentar algún daño no se hace necesario cambiar todo el programa, por el contrario la falla es fácilmente identificable, además de esto, solo es indispensable cambiar el módulo defectuoso.

Ilustración 4: Metodología de diseño Top Down



*Fuente Elaboración propia*

<sup>6</sup> < <http://mrsmith321.wordpress.com/2007/09/17/top-down-design-and-the-modular-approach-extra-note> >

El desarrollo de productos en nuestro medio mediante la metodología de diseño Top Down es un campo poco explorado. De manera similar al desarrollo de software esta metodología es aplicada de la siguiente manera: se inicia por un nivel superior y se va emigrando a los niveles inferiores, buscando establecer las funciones entre las partes del producto para finalmente ultimar los detalles.

De esta manera las especificaciones se establecen desde el principio y se transfieren a todo el sistema. Los parámetros son establecidos en el esquema, mientras que los cambios toman forma con el esqueleto, es muy útil cuando se está trabajando con grandes y medianos ensambles ya que simplifica el trabajo, por esto que la industria automotriz se beneficia del Top Down.

Al desarrollar de esta manera el diseño se va trabajando en partes cada vez más pequeñas, lo que permite a los diseñadores trabajar de manera más productiva, tendiendo a reducir el tiempo total requerido para completar el diseño. La metodología de diseño Top Down formaliza y mejora la comunicación entre diseñadores ayudando a reducir los errores debido de la mala comunicación, también permite que las personas involucradas estén localizadas en sitios distantes entre sí y aun así trabajar de manera eficiente.

El Top Down también disminuye el impacto de los cambios que aparecen más adelante en el ciclo de diseño. Si el producto necesita ser parcialmente rediseñado, la metodología usada permite que el cambio sea hecho rápidamente. El modelo puede ser actualizado de manera pronta y el impacto en el resto del sistema puede ser evaluado de manera diligente gracias a la parametrización utilizada en el diseño del producto.

Para que este proceso Top Down sea efectivo, se parte se los siguientes principios básicos:

1. Una representación de diseño compartida, que es usada durante todo el proceso y permita a los diseñadores trabajar de manera simultánea en el esquema.
2. Durante el proceso de diseño cada cambio puede ser verificado fácilmente y confirmado para que este correcto.
3. Un proceso de diseño que incluye una cuidadosa planeación de la verificación, donde los riesgos son identificados y los planes de modelación y simulación son desarrollados para mitigar estos riesgos.
4. Se involucran múltiples pasos, empezando con un nivel de abstracción superior y se van refinando los detalles.
5. En lo posibles las especificaciones deben manifestarse de manera tangible (modelación), pero a la vez debe tener documentos escritos que permitan documentar y replicar el diseño en el futuro.

Un término que va de la mano de la metodología es parámetro de diseño; este es un elemento básico y se puede dividir en parámetros de atributo y parámetro de desempeño. Los primeros hacen referencia a la estructura, dimensión o geometría, mientras que los parámetros de desempeño sirven para medir el ciclo de vida. De manera más específica en el diseño se usan los parámetros para incluir requerimientos del producto y metas de diseño.



Otras áreas donde es aplicada:

- Nanotecnología: el término Top Down se comenzó a utilizar en 1989 para diferenciar entre la manufactura molecular y la manufactura convencional (Bottom Up).
- Neurociencia y psicología: este término es empleado junto al Bottom Up en el estudio de atención visual.
- Administración y organizaciones: Top Down y Bottom Up hacen referencia a la manera que la organización realiza la toma de decisiones.
- Salud pública: Top Down se utiliza para controlar la erradicación de enfermedades tales como el sida y la viruela, mientras que Bottom up se aplica en programas de higiene y sanidad. También se ha utilizado la combinación de ambas metodologías.
- Arquitectura: la corriente de diseño Bauhaus se enfoca en el Bottom Up, mientras que École des Beaux-Arts utiliza el Top Down para el desarrollo de sus diseños.
- Ecología: Top Down es empleado como termino para definir la relación entre depredadores y presas. Mientras Bottom Up describe un ecosistema en el cual los nutrientes primarios controlan la estructura del ecosistema.

Ventajas:

La aplicación del Top Down en el desarrollo de productos trae consigo varios beneficios:

- Facilidad de la gestión de proyectos.
- Rápida respuesta a los cambios y gran flexibilidad a las modificaciones, gracias a que lleva a la aplicación del diseño modular.
- “Captura de la información general del diseño en una locación central”<sup>7</sup>.
- “Comunica la información de la estructura del sistema a los niveles más bajos”<sup>8</sup>.
- El esqueleto muestra claramente como está integrado cada modulo.
- Se generan menos errores en las operaciones, ya que hay una verificación en cada modulo.
- Mejora la comunicación entre ingenieros; esta es perfeccionada de manera substancial de dos maneras: primero, el uso de un sistema de modelo compartido en el cual todos verifican sus diseños elimina la mala comunicación que ocurre en el Bottom Up. Segundo, las especificaciones son más detalladas y menos ambiguas.
- Aumento de la productividad, mejoría que surge del proceso de Top Down debido principalmente a la disminución de errores. Esta reducción en

---

<sup>7</sup> REMMERS, Victor. Victor Remmers. Top-Down Design Tools Managing Complex Assemblies. Estados Unidos. PTC. 26.02.2009. p.5

<sup>8</sup> IBID

conjunto con una mejor comunicación entre ingenieros, se traslada en un menor tiempo corrigiendo y recuperándose de los errores y más tiempo dedicado a actividades productivas.

- Brinda una mejor habilidad para administrar diseños complejos, que nace de la exploración del sistema y del mayor entendimiento de donde viene el diseño.
- Ejecución simultánea de tareas, lo que lleva a una reducción del tiempo requerido para introducir un producto al mercado, es un factor importante en el éxito y en las ganancias de su producto. Parte de la reducción de tiempo en las respuestas del mercado es resultado de la mejora en productividad y efectividad del equipo de diseño.
- Una rigurosa metodología de diseño Top Down trae como beneficio que los ingenieros estén más involucrados en el desarrollo del proceso. La existencia de un modelo compartido permite un desarrollo en paralelo de los bloques de diseño, eliminando el retardo que generan las actividades en serie.

El empleo de la metodología Top Down propone:

1. Mejorar la comunicación entre diseñadores (los actuales y futuros).
2. Mejorar el control de calidad, ya que encuentra los errores en etapas más tempranas de diseño donde son más fáciles de corregir y menos costosos.

3. Mejorar la efectividad de los diseñadores.
4. Reorganizar las labores de diseño, haciendo las tareas en paralelo en vez de crear dependencias en serie.
5. Reducir la necesidad de una extensiva verificación del estado final del diseño.<sup>9</sup>

En el mundo que vivimos hoy en día es difícil conseguir las habilidades para ser exitoso en la metodología Top Down, se debe tener en cuenta que la transición a esta metodología puede ser lenta.

## **7.2 METODOLOGÍAS DE TRABAJO**

### **7.2.1 Ingeniería Colaborativa**

“La Ingeniería Colaborativa tiene como objetivo proveer de conceptos y tecnología a un equipo de ingenieros para que puedan trabajar de manera eficiente a pesar de estar localizados en diferentes lugares”<sup>10</sup>. La necesidad de la industria para esta innovación yace en el hecho que las estructuras de una organización pueden encontrarse en múltiples ciudades o países. Es por esto que la Ingeniería Colaborativa se ha convertido en uno de los factores clave en la flexibilización de procesos y en el desarrollo de productos.

---

<sup>9</sup> <http://www.springerlink.com/content/136581754617688x/fulltext.pdf>. Consultado el 20 de agosto de 2009. P.18

<sup>10</sup> RODDIS, Kim. Knowledge-Based Assistants in Collaborative Engineering. Berlin: Springer, 1998. P.320

Debido a la globalización cada vez más productos son desarrollados de manera colaborativa, tanto a nivel de personas como de organizaciones. “Este desarrollo colaborativo de productos incluye aspectos como: diseño, manufactura, operaciones y administración”<sup>11</sup>. Por ejemplo la industria manufacturera en los últimos años se ha direccionado hacia la reducción de costos, sistemas de alta calidad y ha buscan nuevos nichos de mercado.

El mercado actual requiere rápidas actualizaciones en los diseños y una gran flexibilidad en el sistema de manufactura. “Consecuentemente la colaboración es esencial en el proceso de diseño para prevenir errores en la decisiones tomadas, reducir el tiempo de diseño y aumentar la calidad”<sup>12</sup>. Dos de los más importantes elementos hoy en día en un ambiente cambiante son el incremento en del nivel de sofisticación del producto y sus variaciones, para permanecer competitivos las empresas deben minimizar los costos mediante la integración de las diversas áreas de la organización involucradas en el ciclo de vida del producto.

Lo más difícil es la integración de la comunicación, que puede ser diversa y con datos de diferentes orígenes. Se utiliza también una modelación compartida durante todo el proceso de diseño de ingeniería, lo que resulta en prototipos virtuales. Para facilitar el intercambio se trabaja en estaciones de trabajo que permiten utilizar software para la alta visualización y modelación, redes de alta velocidad para el intercambio de datos, sistemas ERP, información en formatos compatibles y estándares apropiados. “La correcta unificación e interacción desde el principio reduce los problemas que se generan en la integración final del

---

<sup>11</sup> SANTORO, Flavia Maria *et al.* Learning to Plan the Collaborative Design Process. Berlin: Springer, 2005. P.33.

<sup>12</sup> RIBA, Carles *et al.* A Framework for Tolerance Analysis in Collaborative Engineering Mechanical Design. Berlin: Springer, 2008. p.58.

proceso. Es por esto que un sistema con las anteriores características es utilizado para obtener óptimos resultados”<sup>13</sup>.

“La colaboración es clave cuando se cuenta con múltiples participantes en la búsqueda por llegar a una meta en común”<sup>14</sup>. Esta incluye individuos, organizaciones con diferentes roles o perspectivas en el proceso. Colaboración no es concurrencia, sino la correcta coordinación de procesos, los participantes en el proceso no siempre producen, ensamblan o modifican el proyecto en una manera simultánea o paralela. Por esto es muy importante conocer el flujo del trabajo, que actividad desarrollada cada persona y como será la comunicación entre ellos.

### ***Equipos de trabajo:***

“Hoy en día las organizaciones administran el ciclo de desarrollo de sus productos implementando la Ingeniería Colaborativa. Esto se hace en tiempo real, intercambiando información entre los equipos de ingeniería y manufactura, proveedores, clientes y compañeros”<sup>15</sup>. El esfuerzo para trabajar en equipo en armonía, logrando las metas propuestas, a tiempo y bajo el presupuesto es crítico. Es por esto que es necesaria una comunicación confiable. Las personas dentro de un equipo de trabajo pueden tener sus metas en particulares, por lo que se pueden presentar conflictos en las diferentes etapas del proceso.

---

<sup>13</sup> NASR, Emad Aboue, KAMRANI, Ali K. Computer Based Design and Manufacturing. Estados Unidos: Springer, 2007. P.307

<sup>14</sup> RIBA, Carles *et al.* A Framework for Tolerance Analysis in Collaborative Engineering Mechanical Design. Berlin: Springer, 2008. p.58.

<sup>15</sup> SANTORO, Flavia Maria *et al.* Learning to Plan the Collaborative Design Process. Berlin: Springer, 2005. P.34.

“La Ingeniería Colaborativa requiere el intercambio de información dentro de un equipo multidisciplinario ya que el trabajo es realizado por personas ubicadas en diferentes lugares”<sup>16</sup>. El reto es entonces contar con el soporte tecnológico que permita hacer seguimiento al desarrollo de producto e intercambiar información en forma adecuada. “Si el equipo de trabajo solo se reúne de manera periódica la efectividad es limitada”<sup>17</sup>, gracias a las redes la comunicación la información fluye correctamente, mejorando las relaciones entre los miembros del equipo y facilitando el proceso de desarrollo.

Es importante en la colaboración derribar las barreras que existan entre departamentos para que las personas puedan interactuar y relacionarse unas con otras, así se resuelven más fácilmente los problemas y preguntas que puedan surgir. Además pueden aprender de la experiencia de los otros y complementarse. La cercanía entre equipos fomenta la realimentación y la búsqueda de soluciones, también se mejora la solución a los problemas.

“Las tareas paralelamente realizadas acortan los *lead times*, mejoran la eficiencia del sistema y del desarrollo del producto”<sup>18</sup>. Para acortar el ciclo de vida del producto es necesario tener toda la información que va a ser utilizada, además el

---

<sup>16</sup> RODDIS, Kim. Knowledge-Based Assistants in Collaborative Engineering. Heidelberg: Springer. 2006. P.320

<sup>17</sup> NARS, Emad *et al.* Computer-Based Design and Manufacturing. Houston: Springer, 2007.p.309.

<sup>18</sup> IBID.p.311

modelo del producto debe ser accesible a los desarrolladores dispersados geográficamente.

***Ciclo de vida:***

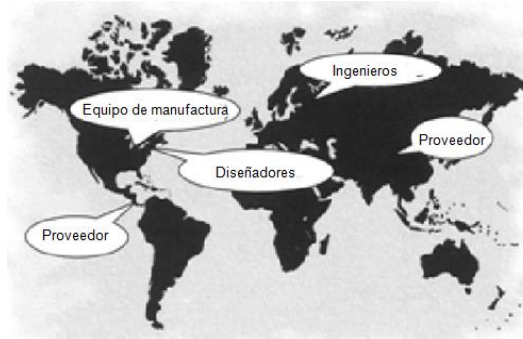
La buena administración del ciclo de vida del producto es muy importante para que la implementación Ingeniería Colaborativa sea eficiente. Para esto se requiere mejorar la planeación y el manejo de la interrelación entre sistemas para aumentar la productividad. Existe la tecnología que permite integrar sistemas (MRP, MRPII, ERP, PDM, PLM) para ser usados en la toma de decisiones en esas áreas. Estas herramientas incrementan los beneficios que trae la Ingeniería Colaborativa, ya que provee acceso instantáneo de la información y la coordinación del flujo de trabajo. Por ejemplo el software utilizado en el PLM al ser implementado, debe ser utilizado bajo un modelo de Ingeniería Colaborativa.

Hay una variedad de procesos y metodologías que pueden ser utilizadas en el ciclo de vida del producto:

- Diseño industrial
- Diseño Top Down
- Diseño Bottom Up
- Simulación digital de ingeniería
- Diseño para la manufactura/ ensamble



Ilustración 5: Ubicación geográficamente dispersa de un equipo de trabajo



Nars, Emad et al. *Computer-Based Design and Manufacturing*. Houston: Springer, 2007.p.308

Ventajas:

- Rápido análisis de las diferentes alternativas y el balanceo de los requerimientos.
- Provee de datos para la generación de la documentación y manufactura.
- “Al contar con una información más fluida entre miembros del proyecto la organización identifica sus problemas rápidamente lo que expedita su solución”<sup>19</sup>.

### 7.2.2 Ingeniería Concurrente

El principio básico de la Ingeniería Concurrente es la integración de metodologías, procesos, recursos humanos, herramientas y métodos que apoyen el desarrollo de un producto. Este tipo de ingeniería se denomina multidisciplinaria, la cual incluye aspectos de sistemas de bases de datos, hipermedia y CAD/CAM. Además al ser una técnica de administración que permite optimizar los ciclos de diseño. Es por

---

<sup>19</sup> SANTORO, OP.CIT., P29

esto que es de amplia aplicación en la industria, sobretodo en el sector aeroespacial.

Los principios de la Ingeniería Concurrente se adoptaron hace 15 años en la industria automotriz y electrónica. A su vez en el diseño y la manufactura se han utilizado para reducir el costo de los productos, además de la posibilidad de aprovechar la ventana de oportunidad de los productos al ser lanzados al mercado más rápido.

La Ingeniería Concurrente gira en torno a dos conceptos básicos:

- 1) El ciclo de vida del producto debe ser tenido en cuenta en al inicio de la etapa de diseño, esto incluye: funcionalidad, ensamble, pruebas, mantenimiento e impacto ambiental.
  
- 2) Las actividades de diseño deben realizarse de manera concurrente, es decir al mismo tiempo. “Desarrollar los productos de manera secuencial toma mucho más tiempo además conlleva a mas procesos de rediseño”<sup>20</sup>, Lo que no permite incrementar la productividad, ni calidad del producto. La ingeniería Concurrente ayuda a encontrar los errores en las primeras etapas del diseño, cuando el proyecto aun se encuentra en una etapa abstracta, en la cual es más fácil y menos costoso corregir errores.

---

<sup>20</sup> ROUIBAH, Kamel y CASKEY, Kevin. Change Management in Concurrent Engineering from a Parameter Perspective. Amsterdam: Elsevier Science Publishers B. V, 2003. P.17

Ilustración 6: Herramientas empleadas en la Ingeniería Concurrente



*Fuente Elaboración propia*

En el proceso de diseño se debe tener en consideración el ciclo de vida del producto. Este incluye: requerimientos de usuarios, diseño conceptual, modelos computacionales, prototipos físicos y la manufactura del producto. La planeación permite prever los problemas de diseño. La detección temprana de errores, antes de la construcción física, hace que sean más fáciles de corregir, ahorrando tiempo y dinero.

Un aspecto importante de la Ingeniería Concurrente es que el ingeniero tiene más conocimiento sobre el proceso de diseño, ya que al trabajar de manera colaborativa el flujo de la información permite informar a todos los participantes del equipo de las diferentes etapas. “La implementación de los cambios requiere entonces de la aprobación de todas las personas involucradas, a las cuales afectara”<sup>21</sup>.

---

<sup>21</sup> ROUIBAH, Kamel y CASKEY, KEVIN. Change Management in Concurrent Engineering from a Parameter Perspective. Amsterdam: Elsevier Science Publishers B. V, 2003. P.22

La tecnología tienen un importante papel en la Ingeniería Concurrente, por ejemplo las herramientas: CAD, CAM, CAE y Windchill, permiten compartir información, analizar y procesar datos. Además promueven la Integración de proyectos por medio de bases de datos y sistemas de información, optimizando el diseño. La construcción de este sistema no es rápida ni de bajo costo, pero permite asegurar el almacenamiento de información en forma lógica y consistente. Estos sistemas y herramientas si son usados correctamente pueden ser de gran beneficio para el desarrollo del proyecto.

El diseño tradicional no se vale de equipos verdaderamente multidisciplinarios, ni provee una plataforma que permita la participación de todos los miembros del equipo. Por lo que la madurez del proyecto es alcanzada cuando el prototipo es construido, cualquier problema a esta altura de los proyectos será más costoso y tomara más tiempo para rediseñar. Se reduce también el *lead time*, debido a la integración de las actividades de diseño y manufactura, y a que las actividades son realizadas en paralelo.

En la Ingeniería Concurrente la meta es que el producto salga bien la primera vez, facilitando los mecanismos para que esto suceda. Es así como el costo inicial de diseño puede ser más alto que el del diseño convencional pero los costos de corregir errores y rediseño serán menores. También será necesario invertir en la capacitación del equipo de trabajo, pero el presupuesto a la vez será beneficiado ya que desde el principio se puede prever.

Componentes clave para el desarrollo de esta metodología:

- Entendimiento claro de los requerimientos del cliente.
- Estabilidad en las especificaciones del proyecto.
- Estructura sistemática del desarrollo de productos.

- La habilidad de conformar equipos de trabajo eficientes.
- Metas unificadas y claras.
- Trabajo colaborativo
- Reducir costos y tiempo de lanzamiento al mercado
- Realizar las tareas en forma paralela.
- El uso del soporte de la tecnología permite disminuir el tiempo invertido en el desarrollo del prototipo físico y pruebas.

### ***Como aplicar la Ingeniería Concurrente:***

- Debe haber compromiso y crear un plan de trabajo, ya que el cambio afectara a toda la organización. Se contara además con un liderazgo definido, con la adecuada administración, soporte y planeación
- Cada organización debe adaptar la Ingeniería Concurrente a sus necesidades, ya que hay aspectos de esta que pueda que sirva o no.
- La comunicación es un punto clave en la ingeniería Concurrente, es por esto que se debe crear canales de comunicación entre la organización y los individuos que la conforman.

### ***Equipos de trabajo:***

El trabajo en equipo es una parte integral del trabajo de la Ingeniería Concurrente, ya que representa el medio para la integración de la organización. Por esto requiere de:

- Flexibilidad y de cooperación continúa.

- Sentimiento de obligación a las metas alcanzadas.
- Comunicación mediante el intercambio de información.
- Compromiso.
- Consenso a pesar de las discrepancias.
- Mejoramiento continuo y reducción del tiempo de procesamiento<sup>22</sup>

Ilustración 7: Equipo de desarrollo de producto en la Ingeniería Colaborativa



*Fuente Elaboración propia*

“Los equipos serán multidisciplinarios y se comunicara mediante un sistema central de información”<sup>23</sup>, que les proveerá de datos, infraestructura, planeación de actividades y progreso. Los proveedores y clientes también participaran de manera virtual debido a la dispersión geográfica.

Los miembros del equipo necesitan una perspectiva general de proyecto, esto se puede lograr por medio de capacitaciones en conceptos como ciclo de vida del

<sup>22</sup> STARBEK, Marco y GRUM, Janez. Concurrent engineering in small companies. Oxford, International Journal of Machine Tools & Manufacture, Received 4 May 2000; accepted 20 July 2001. p.418.

<sup>23</sup> IBID, p.418

producto, reducción de costos y presupuesto. Las decisiones deben tomarse por consenso con participación de los miembros en cuando a decisiones de diseño y solución de problemas. Además las personas que conforman el equipo deben tener acceso a la información a tiempo, la tecnología que usan debe ser compatible para permitir el flujo de información.

La clave para que la Ingeniería Concurrente pueda ser aplicada en un cambio en la cultura, eficiencia en el control de costos, planeación y valoración de trabajo en equipo.

### ***Ciclo de vida del producto***

La ingeniería Concurrente también es llamada ingeniería para el ciclo de vida del producto, esta es un nivel en que se integran equipos de manera efectiva, mediante una aproximación sistemática a la integración del diseño de productos y sus procesos relacionado. La intención de la Ingeniería Concurrente es que los desarrolladores consideren los elementos del ciclo de vida del producto. Incluyendo: calidad, concepto, costos, planeación y requerimientos de usuario.

“Si una compañía quiere producir productos de clase mundial, entonces todo sus procesos y los de otras empresas que conformen su cadena de suministros también deben ser de clase mundial”<sup>24</sup>.

La meta de la Ingeniería Concurrente es reducir el tiempo invertido en el diseño y desarrollo de nuevos productos. Se ha identificado que la reducción esta por el orden del 30-70% en el ciclo total del desarrollo.

---

<sup>24</sup> ANUMBA, C.J *et al.* Supply Chain Implications of Concurrent Engineering. Bradford: MCB UP Ltd, 2000. P.567

Los beneficios que trae consigo esta reducción de tiempo son:

- Se posee una ventaja competitiva sobre la competencia, ya que esta tardara más tiempo en responder al mercado, a las necesidades del cliente, a las nuevas tecnologías, etc.
- El retorno de inversión es más rápido.

La forma de trabajo permite evitar grandes cambios en especificaciones y componentes a través del ciclo de vida, ya que el producto fue desarrollado teniendo en cuenta el diseño y la manufactura. La ingeniería Concurrente favorece el desarrollo de productos de mayor calidad, al estar el proceso en mente se puede ser más productivo en el proceso de manufactura.

Algunos ejemplos de las consecuencias no de responder rápidamente a los cambios en los requerimientos del mercado:

- Lanzar un producto con 6 meses de retraso, puede generar un disminución de un 30% en las utilidades en un periodo de cinco años. Mientras que aumentar el presupuesto en un 50% para lanzar el producto a tiempo disminuirá solamente en un 4% las utilidades. (Reinertsen, 1983; Crawford, 1992).
- Una compañía automotriz europea perdió U\$ 1.8 billones en ganancias, debido a un lanzamiento al mercado con un retraso de un año. (Holberton, 1991).
- Las compañías japonesas tiene ciclo de desarrollo más cortos y menos costosos, lo que les permite más tiempo para explorar programas y estrategias. (Anon, 1993)<sup>25</sup>

---

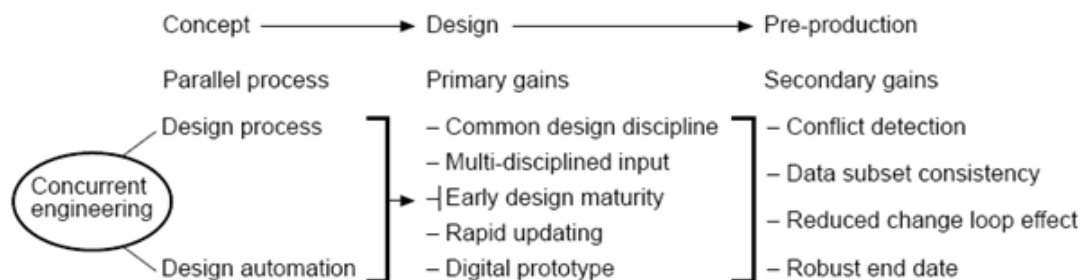
<sup>25</sup> ANUMBA, C.J *et al.* Supply Chain Implications of Concurrent Engineering. Bradford: MCB UP Ltd, 2000. P.568



## Ventajas

La Ingeniería Concurrente crea además una ventaja competitiva, si bien al principio deben implementarse cambios en una compañía que decida usar esta estrategia, los beneficios a largo plazo son múltiples. “Algunos de los beneficios de contar con un equipo multidisciplinario incluyen: la reducción del tiempo de desarrollo, menores costos y se evitan rediseños en etapas maduras del desarrollo del producto”<sup>26</sup>. Permite la detección temprana de errores, así son más fáciles y menos costosos de corregir. Se crea una filosofía para hacer las cosas bien desde el principio.

Ilustración 8: Beneficio de la Ingeniería Concurrente



*Fuente: BRADLEY, Concurrent engineering for bespoke products. MCB UP Ltd., 1996. P.35.*

La industria aeroespacial, con empresas como Shorts y Boeing, ha adoptado la estrategia de metodología Concurrente para diseñar y construir sus aeronaves en

<sup>26</sup> BOYLE, Todd *et al.* Concurrent Engineering Teams II: performance consequences of usage. Emerald Group Publishing Limited, 2006. P.125.

menor tiempo. “Esta metodología es crítica en el desarrollo de cualquier proceso, ya que contribuye a una mayor eficiencia en la organización”<sup>27</sup>.

Otros beneficios son:

- Menores costos de producción y manufactura.
- Menor tasa de defectos.
- Menos personal y recursos requeridos.
- Mejor manejo de inventarios y planeación.
- Posibilidad de trabajar en paralelo.

Los beneficios no solo son para la empresa y el equipo que trabajó en el desarrollo, también los clientes reciben un producto de calidad acorde a sus requerimientos.

### **Desventajas:**

Existen principalmente 3 desventajas de la aplicación de la Ingeniería Concurrente

- 1) Al compartir recursos pueden surgir problemas que no se tienen en consideración.
- 2) Las empresas de manufactura pequeñas y medianas, no son las más apropiadas para beneficiarse de la Ingeniería Concurrete.
- 3) La estructura de la empresa necesita ser reorganizada.

---

<sup>27</sup> ANUMBA, C.J *et al.* Supply Chain Implications of Concurrent Engineering. Bradford: MCB UP Ltd, 2000. P.593.