

# INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY

CAMPUS MONTERREY

ESCUELA DE GRADUADOS EN ADMINISTRACIÓN  
Y DIRECCIÓN DE EMPRESAS (EGADE)



## TECNOLÓGICO DE MONTERREY

VALIDACIÓN DE DISEÑOS DE PARTES  
AUTOMOTRICES USANDO TRIZ

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:  
MAESTRO EN DIRECCIÓN PARA LA MANUFACTURA

POR:

Ing. Edna Luisa De la Rosa Sáenz

CD. JUÁREZ, CHIH

AGOSTO 2009



**INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS  
SUPERIORES DE MONTERREY**

**CAMPUS MONTERREY**

**ESCUELA DE GRADUADOS EN ADMINISTRACIÓN Y  
DIRECCIÓN DE EMPRESAS (EGADE)**



**TECNOLÓGICO  
DE MONTERREY.®**

**VALIDACIÓN DE DISEÑOS DE PARTES  
AUTOMOTRICES USANDO TRIZ**

**TESIS  
PRESENTADA COMO REQUISITO  
PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:  
MAESTRO EN DIRECCIÓN PARA LA MANUFACTURA**

**POR:  
Ing. Edna Luisa De la Rosa Sáenz**

**Cd. Juárez Chihuahua.**

**Agosto 2009**

## ***Dedicatoria***

***A Emiliano, quien materializa la inocencia, curiosidad y belleza que nunca debemos dejar de lado.***

# *Agradecimientos*

***Al Dr. Víctor García Castellanos por guiarme, supervisarme y sobre todo por tenerme paciencia durante la evolución de este trabajo.***

***Al Dr. Hernández y a León Garay por leer, revisar y retroalimentarme sobre este trabajo y participar en su enriquecimiento.***

***Sincero agradecimiento a mis compañeros y amigos Jesús Anguiano, Joel Rivas y Hugo Varela por el apoyo que me dieron durante toda la maestría y la entretenida oportunidad de crecer con ellos.***

***A mi amada Madre Edna Sáenz y a mi bella Hermana Estefanía De la Rosa por sus palabras incansables de ánimo y aliento en el presente y pasado.***

***A Baltazar García que estuvo ahí desde el principio y sigue estando para darme un abrazo, consejo y regaño cuando más los necesito.***

***Y en especial a mi papá Luis De la Rosa quien me enseñó que no se debe renunciar a un sueño por increíble e imposible que este parezca.***



## *Resumen*

Resultado de la globalización emergen grandes compañías acrecentando el ya existente ambiente competitivo. El sector automotriz es un claro ejemplo de ello, pues hemos visto como unas compañías crecen, se reestructuran y otras se colapsan sin importar la trayectoria que respalda su nombre. La demanda de soluciones rápidas hace la diferencia entre ser el mejor o apenas sobrevivir, la rápida respuesta y consistencia en calidad es exigida entre clientes y proveedores.

El presente trabajo presenta una herramienta conocida con el nombre de TRIZ para la innovación en el diseño de productos automotrices la cual permite examinar los problemas, explorar la gama de soluciones y seleccionar rápidamente la mejor idea. A diferencia de otros métodos como lo son la lluvia de ideas, la programación neurolingüística y los mapas mentales, esta metodología se basa en el conocimiento empírico para encontrar la resolución de un problema.

Los fundamentos que sustentan este trabajo de tesis se presentan de la siguiente manera. En el capítulo uno se presenta una breve introducción. El capítulo dos muestra antecedentes y el planteamiento del problema. El capítulo tres enmarca los conceptos básicos de la investigación. El capítulo cuatro y el capítulo cinco presentan la descripción de la metodología y los resultados respectivamente. Al final, el capítulo seis expone las conclusiones.

# *Tabla de Contenido*

Resumen	v
Lista de Figuras	viii
Lista de Tablas	x
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	<b>2</b>
2.1 Perfil de la empresa	2
2.2 Antecedentes	3
2.3 Justificación	3
2.4 Definición del problema	4
2.5 Preguntas de investigación, Objetivos e Hipótesis	6
<b>3. MARCO TEÓRICO</b>	<b>7</b>
3.1 Métodos para la generación de ideas	7
3.1.1 Método de rastreo	7
3.1.2 Método basado en la exteriorización espontánea	8
3.1.3 Métodos combinatorios	9
3.1.4 Método caja de Zwicky o matriz morfológica	9
3.1.5 Método basado en la teoría de la forma	11
3.1.6 Tabla de contradicciones técnicas (TRIZ)	11
3.1.7 Evolución dirigida de productos	12
3.2 Herramientas de creatividad	15
3.2.1 Creatividad e innovación	15

3.2.2 Teoría para la solución de problemas de inventiva	19
3.2.2.1 La esencia de TRIZ	20
3.2.2.2 Herramientas analíticas usadas en TRIZ	23
3.2.2.3 Herramientas utilizadas en TRIZ	24
3.3 El Proceso de diseño en ingeniería	28
<b>4. DESARROLLO Y EXPERIMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA</b>	<b>34</b>
4.1 Caso de estudio	37
<b>5. RESULTADOS</b>	<b>41</b>
5.1 Descomposición funcional del producto	40
5.2 Construcción de la matriz morfológica	41
5.3 Construcción de la casa de la calidad	43
5.3.1 Alternativas para las correlaciones identificadas	44
5.4 Revisión de patentes	47
5.5 Utilización de software para la aplicación de TRIZ	49
<b>6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>56</b>
<b>7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>59</b>
<b>8. ANEXOS</b>	<b>61</b>
Anexo A. Fases de desarrollo de producto en Lear	61
Anexo B. Descomposición funcional	63
Anexo C Matriz morfológica	67
Anexo D QFD	69
Anexo E Patentes	71
Anexo F. Principios inventivos	79
Anexo G. Matriz de contradicciones	85



## ***Lista de Figuras***

<b>Figura 3.1 Matriz de tipos de creatividad de Unsworth (2001)</b>	<b>18</b>
<b>Figura 3.2 Elementos filosóficos de TRIZ</b>	<b>20</b>
<b>Figura 3.3 Ruta de solución de TRIZ (Kaplan, 1996)</b>	<b>21</b>
<b>Figura 3.4 TRIZ vs métodos tradicionales (Kaplan, 1996).</b>	<b>23</b>
<b>Figura 3.5 Comparación entre datos de TRIZ clásico y actuales sobre los niveles de inventiva. Pentti, 2003 (% de total de patentes vs niveles de invención).</b>	<b>25</b>
<b>Figura 3.6 Diseño de productos bajo el enfoque de Pugh</b>	<b>29</b>
<b>Figura 3.7 Proceso bajo el enfoque de Ulrich</b>	<b>30</b>
<b>Figura 3.8 Proceso de diseño mecánico de Ullman</b>	<b>31</b>
<b>Figura 3.9 Proceso de diseño Pahl &amp; Beitz, 1988</b>	<b>32</b>
<b>Figura 4.10 Modelo para diseño de productos de Lear Corporation</b>	<b>36</b>
<b>Figura 4.11 Asientos frontales y traseros de un Ford Fusion</b>	<b>37</b>
<b>Figura 4.12 Equipo multidisciplinario sobre problema con cordón</b>	<b>39</b>

<b>Figura 4.13 Nivel de invención requerido y errores para alcanzarlo</b>	<b>40</b>
<b>Figura 5.14 Partes de la cabecera nivel 1 de la descomposición funcional</b>	<b>41</b>
<b>Figura 5.15 Funciones de las partes de la cabecera</b>	<b>42</b>
<b>Figura 5.16 Patrones cabecera frontal, trasera central y lateral</b>	<b>43</b>
<b>Figura 5.17 Correlaciones de la casa de la calidad</b>	<b>44</b>
<b>Figura 5.18 Cordón, material decorativo utilizado en la unión de los patrones de la vestidura.</b>	<b>45</b>
<b>Figura 5.19 Precio de cordón con slits (cortes), notches (marcas) y actual.</b>	<b>46</b>
<b>Figura 5.20 Deshilado, restricciones ancho de costura y ancho de lace</b>	<b>51</b>
<b>Figura 5.21 Diagrama 1 en IWB</b>	<b>52</b>
<b>Figura 5.22 Tela point bond agregada</b>	<b>54</b>

## ***Lista de Tablas***

<b>Tabla 3.1 Niveles de inventiva (Kaplan, 1996)</b>	<b>25</b>
<b>Tabla 3.2 Tabla de contradicciones o matriz de Altshuller (Kaplan, 1996)</b>	<b>27</b>
<b>Tabla 3.3 Los 40 Principios de inventiva (Kaplan, 1996)</b>	<b>28</b>
<b>Tabla 4.4 Problemas reportados por el cliente Ford</b>	<b>38</b>
<b>Tabla 5.5 Opciones de diseño arrojadas por la matriz morfológica</b>	<b>43</b>
<b>Tabla 5.6 Análisis de patentes</b>	<b>50</b>
<b>Tabla 5.7 Medidas de lace para cada componente</b>	<b>55</b>



# *Capítulo 1*

## **INTRODUCCIÓN**

La principal tarea de los ingenieros es aplicar su conocimiento científico e ingenieril a la solución de problemas técnicos (Pahl y Beitz, 1996), y luego optimizar dicha solución dentro de los requerimientos y restricciones impuestos por consideraciones tecnológicas, económicas, legales, del medio ambiente, de materiales y relacionadas con usuarios. Los problemas se convierten en tareas concretas después de la clarificación y definición de los problemas que los ingenieros tienen que resolver diseñar y crear nuevos sistemas tecnológicos.

Dentro del proceso de diseño, una de las etapas más críticas para el desarrollo de un producto es el diseño conceptual, debido a que en ella se determinan más del cincuenta por ciento de los costos de producción. En la etapa de Diseño Conceptual se estudian varias alternativas de solución (conceptos) para un problema de ingeniería. El concepto puede ser un nuevo invento que sorprenda al cliente, una respuesta directa a una necesidad de mercado conocida o un incremento en el desempeño competitivo de un producto (Fowlkes, 1995). Existen metodologías y tecnologías de diseño, pero específicamente el diseño conceptual se ha basado en técnicas poco formales esto en las empresas resulta si no en un producto con un desempeño inferior, si un gran desperdicio de tiempo y dinero.

Hoy en día una de las más grandes ventajas competitivas se alcanza innovando ya sea en productos o servicios. Herramientas de creatividad como TRIZ juegan un rol esencial en el logro de la innovación.

A principios de los años noventa llegó proveniente del viejo continente una herramienta más para apoyar el Diseño Conceptual: la Teoría de la Solución de Problemas de Inventiva (TRIZ, Teoriya Resheniya Izobretatelskikh Zadatch). TRIZ, la cual es es una novedosa metodología útil para resolver problemas basados en ciencia y tecnología que requieran un alto grado de creatividad e inventiva, los cuales pueden ser de cualquier área tecnológica. Originaria de Rusia, TRIZ es resultado de 50 años de investigación iniciados en 1946 por G. Altshuller y se basa en los principios de inventiva derivados del estudio de más de 1.5 millones de patentes en todo el mundo. Con el surgimiento de esta metodología de innovación y creatividad para la solución de problemas tecnológicos, el proceso de diseño puede basarse en métodos que sean capaces de reducir radicalmente el número de pruebas y error. La práctica y la producción de la vida real demandan nuevos métodos para solucionar tareas creativas que sean más efectivos que la simple compilación de variantes (Altshuller, 1984).

Aún cuando en este trabajo se desarrolla y se propone una metodología para el desarrollo y rediseño de productos, esta podría también aplicar en servicios o procesos. Para ejemplificar la aplicación de la metodología, se presenta un caso de estudio en el rediseño de una vestidura en asientos de la industria automotriz.

En la actualidad, la competencia entre la industria automotriz hace que las compañías se encuentren constantemente estableciendo estrategias tecnológicas para conseguir productos mejores y más baratos. El rango de desempeño tecnológico de un producto puede ser la clave del éxito del mismo, pero existen otros factores que no deben pasarse por alto, tales como la interacción con el usuario, el estatus que proyecta y en el mercado de vestiduras es de vital importancia la apariencia estética. Es por esto, que las empresas prestan cada vez más atención al correcto y eficiente diseño de producto.

## *Capítulo 2*

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **2.1 Perfil de la Empresa**

Lear Corporation es uno de los proveedores más grandes del mundo de interiores automotrices. Lear provee sistemas completos de asiento, productos electrónicos y sistemas de distribución eléctricos. De acuerdo a la revista Fortune 2009 está clasificada como la empresa número 157 de entre las 500 más grandes de América. Los productos que provee son de clase mundial, y están diseñados y fabricados por un equipo diverso de más de 90,000 empleados en 215 instalaciones en 34 países. La oficina matriz se localiza en Southfield, Michigan.

Lear está conformado en varias divisiones distribuidas alrededor del mundo, es parte de MTO (Mexican Trim Operations) y principalmente da soporte a las Divisiones de Sistemas de Asientos (SSD) en Norteamérica y México. En MTO el negocio principal es la producción de vestiduras y se proveen para más de 40 programas diferentes.

Actualmente MTO consiste de 5 plantas de corte y costura localizadas en Ciudad Juárez y Saltillo, 1 planta de pieles y 1 planta de esponjas en Ciudad Juárez, Chihuahua México. Se tiene a un Vicepresidente de Operaciones y su estructura se divide en seis distintos departamentos: Calidad, Materiales, Producción, Finanzas, Recursos Humanos e Ingeniería.



## **2.2 Antecedentes**

En fechas recientes empresas trasnacionales tales como General Motors, General Electric, Volkswagen, Delphi, John Deere, Inteva Products, Lear, por mencionar algunos ejemplos; han trasladado o creado centros de diseño de productos en México, motivadas por la reducción de costos que esta estrategia significa. El cambio entonces de mayor importancia en la actualidad, a más de treinta años de la apertura del país para la instalación de maquiladoras, radica en la creación de centros de diseño propios que rompen con el conocido y tradicional esquema en el que la planta de producción solía depender directamente de los diseños que la empresa matriz enviara para ser manufacturados.

El hecho de que la mano de obra sea de menor costo en países extranjeros; resulta en que países como China y la India se vuelvan atractivos para enviar la manufactura hacia ellos, obligando a tomar en consideración la actividad de diseño como la siguiente fase de atracción estratégica en lo que se refiere a competitividad. En este contexto, se hace evidente la necesidad de metodologías robustas para el diseño de productos cuyo grado de innovación sea de apoyo para la competitividad. Para esto, la metodología TRIZ se convierte ampliamente en gran apoyo para el diseño eficiente y creativo de producto.

## **2.3 Justificación**

La principal justificación de esta tesis es diseñar una propuesta para enfrentarnos al problema de cómo lograr que las empresas, cuya estrategia competitiva está basada en la innovación, sean capaces de desarrollar productos y servicios creativos e innovadores y con niveles de calidad Seis Sigma.

En cualquier empresa, se debe contar con una metodología de soporte, la cual reúna los elementos de creatividad en forma estructurada, y que se encuentre alineada con la estrategia de la organización en el sentido de crecimiento y reducción de costos.

Una forma de alinear la estrategia de creatividad e innovación con los objetivos generales de la organización es sembrar la semilla de innovación a través de un programa de mejora continua existente y operante en la empresa, tal como lo es la metodología de TRIZ, la cual es cada vez más difundida entre las empresas en México como GE, LG-Philips, Siemens, Sony, Honeywell, Galvak y John Deere por mencionar algunas.

La integración en la metodología de TRIZ en el desarrollo de productos proporciona una poderosa herramienta al proceso para obtener productos de costos competitivos y de fácil manejo; sobre todo promoviendo el atacar los problemas técnicos de manera innovadora.

Se deduce la necesidad de una metodología que ayude al proceso de diseño a lograr productos, procesos y servicios innovadores; la cual podría llegar a convertirse en una herramienta muy útil de competitividad para las empresas que no cuentan aun con este programa. La investigación de la tesis fue dirigida a estudiar e ilustrar esta herramienta para estructurar esta metodología al diseño o rediseño de productos.

#### **2.4 Definición del Problema**

En la actualidad una empresa debe cumplir con cinco aspectos para sobrevivir: calidad, costos bajos, tiempos cortos de manufactura y respuesta, flexibilidad para cumplir con las demandas de un mercado en constante cambio, además de un alto grado de innovación en los productos y servicios que ofrece.

El diseño de un producto representa solo el 5% del costo de desarrollo, pero su influencia es del 70%. Un mal diseño impactará en un 30% sobre los costos incurridos. Actualmente las empresas, que cuentan con departamento de diseño de productos, tardan demasiado tiempo, desde la conceptualización hasta el lanzamiento del producto, 24% de los productos introducidos fallan debido a problemas causados por problemas o defectos de producto y 6% por problemas técnicos de producto. Aunado a

lo anterior, las dificultades técnicas e ingenieriles durante el proceso de desarrollo o mejora de productos ocasionan un incremento en el tiempo para lanzar el producto, y en suma, el diseño carece muchas veces de contenido innovador o es poco robusto a los factores de ruido en su desempeño. De aquí surge la necesidad de enlazar el TRIZ.

El principal problema al que nos enfrentamos es que sólo el 60% de los nuevos productos son exitosos y la falta de adopción de las empresas de estas metodologías de diseño, previene la potencial oportunidad que tienen de obtener mejoras en productos con problemas de diseño. Lo anterior se traduce en productos y servicios con poco o mínimo grado de innovación, que muchas veces son incapaces de lograr niveles de calidad Seis Sigma debido a que sus parámetros de diseño los limita a un bajo desempeño.

A principios de 1980 y cerca de los 90's los programas de desarrollo de calidad, reingeniería, y diseño concurrente fueron las directrices que manejaron a las compañías mundiales para perfeccionar día a día sus productos. A inicios del siglo XXI el énfasis se ha volcado del final, al inicio del proceso en el desarrollo del producto. Resulta cada vez más difícil encontrar el concepto del verdadero producto en el tiempo y proceso necesario para ofrecerlo en el mercado (Cagan, 2002).

Una de las premisas en las que se basa este estudio es suponer que dentro de muchos de los factores que influyen para el éxito y aceptación de un producto, en particular en vestiduras, se encuentra la estética del diseño cuyo origen puede ser generado desde el desarrollo del diseño.

“La importancia de las consideraciones estéticas del diseño de un producto para un consumidor son claras. En tanto como maduran los productos tales como automóviles, convergen en funcionalidad, se hacen esfuerzos por diferenciar los productos mediante formas atractivas que hagan responder las emociones de los consumidores. Emparejado con esto se encuentra el siempre presente manejo a reducir el tiempo del

mercado para las compañías, esforzándose en los más bajos costos de desarrollo y respondiendo agresivamente a las novedades o cambios en los segmentos de mercado” (Smith, 2000)

De esta manera, se hace necesario desarrollar una herramienta que permita a las empresas tener un mayor éxito en sus operaciones. La presente investigación pretende llenar el vacío existente en la literatura respecto a una herramienta que permita apoyar un mejor diseño de productos.

## **2.5 Pregunta, Objetivos e Hipótesis**

**Pregunta 1 ¿Se puede disminuir el tiempo de desarrollo de un producto identificando las características críticas del mismo?**

**Objetivo:** Disminuir el tiempo de desarrollo de un producto identificando las características críticas del mismo.

**Hipótesis:** Al identificar correctamente las características críticas de un producto disminuye el tiempo necesario para el desarrollo de un producto.

**Pregunta 2 ¿Tiene la implementación de TRIZ como herramienta, influencia en el diseño correcto, creativo y robusto de un producto?**

**Objetivo:** Implementar TRIZ como herramienta para influir en el diseño correcto, creativo y robusto de un producto.

**Hipótesis:** El índice de creatividad y robustez en el diseño de producto es significativamente mayor al utilizar una herramienta como TRIZ.

Basados en estos objetivos, en el presente trabajo se recolectaron datos e información que se requiere para dar una solución a dichas contradicciones técnicas, y documentar las acciones que se necesitan como lecciones para aplicarse en un futuro problema de diseño que sea similar.

# *Capítulo 3*

## **MARCO TEORICO**

### **3.1 Métodos para la generación de ideas**

Para Zusman y Zlotin (1997) existen 3 áreas de las actividades humanas parcialmente traslapadas concernientes a cualquier tipo de desarrollo: la creatividad como el proceso de generar algo nuevo que tiene valor; la resolución de problemas proceso requerido cuando se busca un tipo de solución, como mejorar, eliminar conflictos, desarrollar. La resolución de problemas usualmente incluye la creatividad como parte de sus procesos. Y el diseño. Una actividad necesaria cuando estamos tratando con cualquier tipo de proyecto, por lo que el proceso de diseño puede incluir resolución de problemas e incluso la creatividad.

Se puede observar de acuerdo a este juicio que tanto la resolución de problemas como el diseño se ven fuertemente afectadas o dirigidas hacia la creatividad. Es por eso que la creatividad es un factor importante a considerar en el diseño o rediseño de un producto o generación de ideas en ese "hueco de la fase creativa", para generar soluciones innovadoras.

Según Richards (1977) los métodos intuitivos recomendados para desarrollar la inventiva son rastreo, exteriorización espontánea, combinatorios y matriz morfológica.

#### **3.1.1 Método de rastreo**

Utilizados para encontrar conceptos globales de solución a los problemas planteados mediante las siguientes técnicas: Analogías: buscar la semejanza con otros sistemas (por ejemplo la biónica). Juego de palabras: Ejecución de una investigación y cuestionamiento etimológico. Inversión: Modificar opuestamente un sistema.

Identificación: Representar con el cuerpo la función estudiada. Empatía: Ocupar tanto mental como corporalmente el puesto de trabajo del usuario que empleará el producto o sistema. Metrificación: Amplificación o miniaturización del sistema por concebir. Fantasía: Consideración de soluciones ideales. Sustitución: Cambiar algunos componentes por otros. Superposición: Combinación de sistemas.

### **3.1.2 Método basado en la exteriorización espontánea**

El término fue inventado por Osborn (1963) y se basa en la generación de ideas realizadas individualmente o en grupo para encontrar conceptos específicos de solución a problemas planteados y donde la fase de generación está separada de la fase de juicio del pensamiento.

Brainstorming clásico: Reunión en la que se intenta estimular la creatividad a través de la discusión totalmente libre. Participación de 4 a 7 miembros con sesiones de trabajo cuya duración no exceda 30 minutos.

Brainstorming anónimo: Las alternativas de solución al problema planteado se recogen antes de la reunión y un moderador las presenta ante el grupo tratando de optimizarlas con la discusión y comentarios. Participan de 4 a 7 miembros con sesiones de trabajo cuya duración no exceda 50 minutos.

Brainstorming destructivo-constructivo de trituración: En la fase inicial de la sesión se estipulan las deficiencias presentadas por un producto o sistema por diseñar; en la fase siguiente se plantean soluciones a las mismas. Participan de 4 a 7 miembros con sesiones de trabajo cuya duración no exceda 50 minutos.

Brainstorming escrito: Cada participante escribe en 5 minutos 3 posibles soluciones para un problema de diseño planteado. Después dicho enunciado lo pasa a su siguiente compañero quien registra las propuestas de su colega y a su vez escribe 3 alternativas más de solución al problema. Luego de 5 minutos nuevamente debe

intercambiar el problema planteado. El procedimiento se da por concluido cuando cada participante ha colaborado en cada uno de los problemas planteados. El número máximo de participaciones por lo general es de 6 sesiones de trabajo cuya duración no exceda 40 minutos.

Cuaderno colectivo de anotaciones: Cada participante recibe un problema planteado en un cuaderno y se le pide escribir diariamente sus ideas. El número de participantes y el tiempo de ejecución son abiertos dependiendo de la complejidad del problema estipulado.

### **3.1.3 Métodos combinatorios**

Se utiliza para formar posibles conjuntos de soluciones para un problema de diseño dado.

### **3.1.4 Método caja de Zwicky o matriz morfológica**

Se requiere previamente tener una descomposición funcional en la que se define la función útil primaria del producto o tecnología y a partir de ahí desglosa la función principal en sub funciones del producto. Se representa en una gráfica llamada "árbol funcional". (Ullman, 2003)

Una vez realizada la descomposición funcional, se forma una matriz con 2 entradas; en la horizontal, se escriben las soluciones posibles para una sub función y, en la vertical a manera de columna las sub funciones mismas que componen la función global de un producto. Al combinar las soluciones posibles de sub funciones entre sí, se llega a una lista completa de posibles realizaciones de un producto.

De acuerdo con Ullman (2003), el desarrollo de la matriz morfológica sigue los siguientes pasos:

1. **Desarrollar conceptos de soluciones para cada función de diseño con el objetivo de generar tantos conceptos como sea posible para cada una de las funciones. Listando las formas más convencionales y no convencionales de solución sin descartar ninguna (dispositivos mecánicos, ópticos, térmicos, magnéticos, etc.).**
2. **Dibujar un borrador de cada concepto utilizando trazos simples como cilindros y bloques, pero explicando de qué forma realizan la función específica. Si al desarrollar una lista, solamente hay una idea conceptual para cubrir la función, se necesitará reexaminar dicha función. Existen muy pocas funciones que tan solo pueden ser cubiertas con un concepto.**
3. **Combinar conceptos. Para cada una de las opciones propuestas se debe buscar la tecnología relacionada con su activación y funcionamiento. Cada tecnología asociada a un producto debe estar vigente en el mercado comercial. Todo concepto funcional asociado a algo no factible tecnológicamente, ya sea porque se encuentra en una etapa inicial de investigación o porque tenga una tecnología sustituta con un desempeño funcional mejorado en el mercado, debe ser eliminada o sustituida por el sistema mejorado. Ahora es necesario combinar los conceptos individuales para obtener conceptos funcionales integrados.**

**El método es seleccionar un concepto para cada función y combinar aquellos seleccionados en un diseño único. De aquí se obtendrán muchas oportunidades potenciales de innovación. Pero pueden existir algunos que por sus características de funcionalidad y factibilidad de construcción son más adecuados que otros. Estos deben separarse de los demás para ver detenidamente sus ventajas y desventajas.**

**Para seleccionar la oportunidad de innovación potencial más adecuada se deben introducir los candidatos de diseño integrados en una matriz de evaluación en donde se listen las funciones principales que debe cumplir el**



sistema técnico asignándoles un orden de importancia. A cada uno de los candidatos se le debe dar una calificación ponderada de acuerdo a su desempeño en cada sub función. El diseño de mayor puntuación es el que tendrá mayores oportunidades de ser competitivo.

### **3.1.5 Método basado en la teoría de la forma**

Este otro método, identificado como “La teoría de la forma”, manejado por Wahei y Takeda (2004) está estructurado de la siguiente manera: Partir del estudio de una forma específica, esta puede ser cubo, lámina, espirales, o frutas, etc.

Realizar un estudio profundo de la forma en cuestión, que incluya antecedentes históricos, estructura, resistencia, forma interna y externa, así como los mecanismos realizados anteriormente con ella. De toda esa información recabada, empezar a definir un gran número de formas. Una vez identificada alguna forma aceptablemente estructural y/o estética, buscarle una función, o adecuarlos en un objeto a diseñar.

### **3.1.6 Tabla de contradicciones técnicas (TRIZ)**

Es una de las herramientas más conocidas de TRIZ, la constituye una tabla de conflictos entre 39 parámetros de diseño, a los cuales ofrece 40 principios de inventiva.

Cuando un ingeniero de diseño intenta resolver un problema de diseño, usualmente se trata de un problema de incompatibilidad o conflictos. En tanto que el diseñador cambia ciertos parámetros del sistema en su problema de diseño, se pueden perjudicar otros parámetros (Chih-Chen y Jahau, 2001).

Terninko (1996) asegura que un problema de inventiva contiene por lo menos una contradicción. Representar la contradicción como la combinación de dos parámetros

requiere una amplia interpretación del parámetro. Es importante que se identifique que variable es la que se desea mejorar y cuál es aquella que resultaría perjudicada.

En los renglones de la tabla de contradicciones se encuentran aquellas que requieren mejora, mientras que en las columnas están aquellos que se degradan como resultado de la mejora del primero. Los principios recomendados se encuentran en la intersección de renglones y columnas. El orden en que se encuentran los principios de inventiva denota la frecuencia del uso, por lo que se encuentran primero el más recurrido en la solución del problema.

Este es un método estructurado y sistemático que permite abarcar varios campos que afectan o incurren dentro del problema de diseño que se esté tratando, de manera tal que se logre tener una perspectiva más amplia, que puede conducir al ingeniero a lo que llama, una “solución ideal”.

### **3.1.7 Evolución dirigida de productos**

De acuerdo a Domb (2001) dentro de sus estudios Altshuller interpretó que los sistemas técnicos no evolucionan al azar, sino que lo hacen siguiendo ciertos patrones, a los que llamó “Patrones de Evolución”, cuya intención es reflejar la evolución de un sistema a través del tiempo y mediante ello poder indicar cuál será su siguiente etapa de desarrollo.

1. **Etapas de evolución:** Un sistema tecnológico evoluciona a través de los periodos de nacimiento, madurez y declive.
2. **Evolución hacia el incremento de idealidad:** Los sistemas tecnológicos evolucionan hacia el incremento en la idealidad. Donde idealidad significa la relación entre el número de funciones útiles del sistema y el número o magnitud de las funciones perjudiciales. Hay 2 maneras de incrementar la idealidad del

sistema: la primera es incrementar el número o magnitud de las funciones útiles y la segunda es reducir el costo, número o magnitud de las funciones perjudiciales. Se puede incrementar la idealidad dentro del paradigma de un sistema existente a través de cambios radicales o cambiando el principio subyacente de operación del sistema.

3. Desarrollo no uniforme de los elementos del sistema: Los subsistemas de los sistemas tecnológicos no evolucionan uniformemente, lo que resulta en contradicciones.
4. Evolución hacia el incremento de dinamismo y control: los sistemas tecnológicos evolucionan hacia el incremento del dinamismo y control que permite a las funciones ser desarrolladas con mayor flexibilidad o variedad.
5. Incremento de complejidad y luego simplificación (control): los sistemas tecnológicos tienden a evolucionar primero hacia el incremento en la complejidad (ejemplo: incrementar cantidad y calidad de funciones del sistema) y luego hacia la simplificación (donde el mismo o un mejor desarrollo es proveído por un sistema menos complejo).
6. Evolución por combinación y separación de componentes: los sistemas tecnológicos evolucionan por paridad con la combinación y separación para desarrollar el sistema o compensar efectos no deseados.
7. Evolución hacia el micro nivel y en incremento en el uso de campos: los sistemas tecnológicos tienden hacia una transición que va de macro sistemas a microsistemas. Durante esta transición, diferentes tipos de campos de energía son usados para mejorar el desarrollo o control.

8. Evolución hacia el decremento del involucramiento humano: los sistemas tecnológicos se desarrollan para realizar las funciones tediosas y dejar libre al hombre para hacer un trabajo de mayor intelecto.

Para Zusman y Zlotin (1997) el estudio de los patrones de evolución es una extensión del TRIZ, abarca la teoría y aplicación de ésta para entender los patrones en los que cualquier tecnología se ha desarrollado hasta llegar a su presente estado, y seleccionar que se puede desarrollar hacia el patrón futuro de esa tecnología. Los 5 niveles de la evolución dirigida son:

1. Recabar datos históricos.
2. Generación de curvas S en indicadores competitivos.
3. Diagnóstico de evolución dirigida, el cual incluye la comparación de datos históricos en los patrones y líneas de evolución.
4. Síntesis de ideas.
5. Descripción de áreas de oportunidad y recomendaciones para la elaboración de estrategias.
6. Toma de decisiones.
7. Apoyo del proceso de evolución.

Una premisa básica de evolución dirigida es que muchas decisiones tienen que ser hechas para manejar o controlar patrones de evolución tecnológica, y que en el presente (tercera ola), la información necesaria para hacer esas decisiones es frecuentemente escasa. En el pasado, la creatividad ha sido el acto de hacer buenas decisiones en la ausencia de información completa.

*“Ciertos individuos dotados en negocios, las artes, y ciencias fueron vistos como creativos, debido a que ellos, frecuentemente tomaban buenas decisiones basados en su entendimiento intuitivo de la situación. TRIZ provee la estructura para la creatividad basada en el conocimiento de los patrones de evolución, y aumenta en cualquiera la habilidad de contribuir al progreso creativo”. (Domb, 2001)*

Al respecto Petrosky, (1992) menciona que la forma de evolución de los objetos se ve fuertemente influenciada por la evolución de otros objetos. Esta “evolución simbiótica” aparece para tomar dos formas, primeramente la evolución a dúo con la posible interrelación entre diferentes objetos, y secundariamente la evolución que ocurre como una función de la manera en la cual el hombre interactúa con el objeto.

*“La inteligencia en la innovación y el manejo de saber cómo respecto a los patrones ocultos y leyes abstractas de la evolución llega a ser el corazón del campo de competencia para compañías de éxito”.* (Hanshurgen y Gunter, 2002).

### **3.2 Herramientas de creatividad**

El objetivo de presentar los aspectos relevantes de la creatividad en el diseño ingenieril, es para fundamentar la introducción de TRIZ en la metodología propuesta en el capítulo cuatro, además de servir como marco de referencia en la forma de estructurar y conducir la metodología, que en sí mismo fue un proceso creativo.

La creatividad ha sido considerada una prerrogativa de los seres humanos, ha sido definida como “la habilidad de la inteligencia humana para producir ideas originales y soluciones usando la imaginación”. El hecho de considerar la generación de soluciones implica que al menos una dificultad ha sido superada. La creatividad también se define como: “el proceso que permite a la gente descubrir nuevas y significativas ideas, es una característica humana universal” (Navin, 1994)

#### **3.2.1 Creatividad e innovación**

La creatividad implica sacar algo nuevo, algo diferente, y para que esta nueva idea resulte interesante debe ser inteligible. No importa que tan diferente sea, debemos ser capaces de entenderla en términos de nuestros conocimientos previos. La creatividad humana utiliza lo que ya existe y lo cambia de maneras impredecibles que traen un deseo aumentado de experiencias humanas más allá de lo usual (Navin, 1994).

El proceso creativo ha sido bien documentado y se ha desarrollado un buen número de métodos para ayudar a los individuos a generar ideas (Dasgupta, 1996). Métodos como lluvia de ideas, teoría de solución de problemas de inventiva, o enfoques sistemáticos morfológicos están disponibles (Evans y Deeham, 1998). El elemento clave de estos métodos es que preparan la mente y posponen el proceso de evaluación tanto como sea posible para incrementar la cantidad de ideas generadas.

Se ha demostrado que los ingenieros de diseño mecánico necesitan ser partícipes de este incremento de creatividad. Es necesario que los ingenieros así como las universidades adopten tanto políticas como prácticas que motiven el pensamiento creativo y divergente en la fase de solución de problemas.

La creatividad también se considera un proceso físico que una persona debe llevar a cabo para lograr una meta particular, también una cualidad individual que la persona posee naturalmente. En ambos casos, la creatividad puede ser usada para permitir a los individuos llevar a cabo la actividad de diseño. En el diseño ingenieril, el proceso empieza con la definición del problema y el detalle de las restricciones relevantes. Ramírez (1994) señala que si lo anterior es llevado a cabo adecuadamente por los ingenieros diseñadores, el resultado final estará concentrado y dirigido hacia la funcionalidad deseada del resultado creativo.

Sin embargo, existe la preocupación de que algunas de las habilidades requeridas por la industria, tales como creatividad, pensamiento lateral y habilidades de comunicación e interpersonales, no son promovidas por los métodos tradicionales de educación (Lethbridge y Davies, 1995).

Cabe destacar que las definiciones tradicionales de creatividad, suponen a ésta como una entidad singular basándose en la novedad y utilidad de la idea sin importar su tipo, las razones detrás de su producción o el punto de inicio del proceso.

La creencia de la homogeneidad en la creatividad esconde un análisis más profundo del proceso y de los factores envueltos para la creatividad. Hace una década Stenberg, (1999) delineó una tipología de la creatividad basada en la salida del proceso creativo. Esta categorización es útil si se considera exclusivamente el resultado del proceso creativo, sin embargo sólo las ideas que llegan al final del proceso son estudiadas.

La figura 3.1 muestra la propuesta de Kerry Unsworth (2001) de la Universidad de Sheffield sobre de los tipos de creatividad basados en dos dimensiones de compromiso hacia la creatividad. La primera dimensión es el origen del compromiso del individuo hacia los resultados creativos, es decir, si la motivación es interna o externa al individuo. En ese sentido un deseo por lograr una meta representa un impulsor interno de la creatividad, mientras una descripción de un puesto, tal como científico, investigador, etc.; representa un motivador externo.

La segunda dimensión de compromiso hacia la creatividad se basa en el tipo de problema que el individuo enfrenta, Unsworth propone dos tipos de problemas: abiertos y cerrados. Los problemas abiertos son aquellos que no han sido formulados antes de que el individuo inicie el proceso, en muchas ocasiones el individuo mismo debe encontrar o descubrir el problema.

Los problemas cerrados son aquellos que se presentan al participante cuando el método para resolver el problema es conocido. Un claro ejemplo de problema cerrado es un problema de álgebra. A partir de las dos dimensiones: tipo de impulsor y tipo de problema, se propone una matriz de cuatro tipos de creatividad. Sobre el eje vertical aparece el tipo de problema y sobre el eje horizontal el impulsor detrás del compromiso hacia el proceso creativo.



Figura 3.1 Matriz de tipos de creatividad de Unsworth (2001)

La creatividad responsiva es el tipo de creatividad estudiada más prevalentemente. El participante responde a los requerimientos de la situación y el problema presentado. El individuo tiene el menor grado de opción sobre las posibilidades de solución al problema presentado. Dentro de una organización se puede encontrar en los círculos de calidad y las prácticas de administración total de la calidad. Más adelante se hará mayor énfasis hacia este tipo de creatividad al ilustrar el proceso de reconocimiento y definición de problemas de la metodología Seis Sigma en una organización. El trabajo de Davis-LaMastro, (1990) identifica el tipo de creatividad contributiva en las respuestas voluntarias hacia problemas abiertos que comúnmente escriben los empleados al final de las encuestas. El tipo de creatividad proactiva se encuentra en individuos, motivados internamente, que voluntariamente buscan problemas para resolver.

Es claro que los tipos de creatividad tanto esperada como proactiva, implican buscar y definir actividades que no están incluidas en la responsabilidad del individuo, además implica la definición del problema en términos que éste pueda ser resuelto. Finalmente, cabe mencionar que los tipos de creatividad proactiva y de contribución implican un componente de venta adicional para el individuo, es decir, la venta de su idea.



### **3.2.2 Teoría para la solución de problemas de inventiva**

La teoría tradicional del aprendizaje trata de explicar la forma en que los individuos organizan la información que recopilan a lo largo de su proceso de conocimiento y la utilizan para resolver problemas comunes y complejos.

Analizando los bancos de patentes, particularmente el USPTO de Estados Unidos, encontramos que éstas se pueden catalogar en cinco niveles generales de inventiva desde el nivel uno hasta el cinco; siendo este último el tipo de invento o descubrimiento que literalmente mueve al mundo y por su carácter revolucionario es capaz de generar una nueva ciencia.

El avance de la humanidad en cuanto a tecnología se ha dado en saltos, ¿Es posible adaptar una metodología que permita a cualquier individuo innovar a partir del conocimiento existente, de forma y hacer de la innovación una ciencia? Esta interesante pregunta fue hecha por Genrich Altshuller en la década de los 40's creando lo que hoy se conoce como TRIZ clásico.

TRIZ es el acrónimo ruso que se traduce a "Teoría para la solución de problemas de inventiva", y puede describirse como una metodología para la solución de problemas que requieren una solución innovadora; en la cual se explora el espacio de soluciones generando ideas creativas. TRIZ se basa fuertemente en el principio de idealidad, el enfoque de sistemas y el concepto de contradicción técnica. Todas las técnicas de TRIZ se pueden utilizar para sobreponerse a la inercia mental.

Altshuller se basó en el análisis de miles de patentes de diferente naturaleza y época y encontró una serie de patrones de inventiva que se utilizan para resolver "problemas" y estructuró dichos patrones en 40 principios de inventiva que mediante abstracción se pueden aplicar a una gran cantidad de situaciones no necesariamente iguales a su uso original. Actualmente TRIZ evoluciona a través de diferentes campos y uno de los retos

consiste en actualizar los principios de inventiva, parámetros analizados a la matriz y la estructura de la matriz misma para cumplir con los problemas de nuestros días.

En esta parte se hace una breve introducción a las principales herramientas del TRIZ clásico y las recientes aportaciones. Lo más relevante es reconocer que utilizando la metodología de TRIZ es posible generar conceptos para reducir los efectos negativos y mejorar el desempeño de diseños existentes.

### 3.2.2.1 La esencia de TRIZ

TRIZ es una combinación de métodos, herramientas y una forma de pensamiento. La meta última de TRIZ es alcanzar la excelencia absoluta en diseño e innovación. Para alcanzar la excelencia absoluta, TRIZ como lo muestra la figura 3.2 tiene cinco elementos filosóficos los cuales son: funcionalidad, recursos, contradicciones, evolución e idealidad.



Figura 3.2 Elementos filosóficos de TRIZ

Idealidad es el criterio último para la excelencia del sistema, se busca la maximización de los beneficios y minimización de los efectos dañinos y costos.

La funcionalidad es el bloque fundamental para construir el análisis de sistemas. Se usa para construir modelos que muestren el funcionamiento del sistema y la forma en que se crean relaciones benéficas y perjudiciales entre los elementos del sistema.

Recursos se refiere a la máxima utilización de estos y es uno de los elementos clave para lograr máxima idealidad.

La contradicción es un inhibidor común para incrementar la funcionalidad. Al remover las contradicciones, usualmente se incrementa la funcionalidad y se eleva el sistema hacia un nuevo nivel de desempeño.

Evolución es la tendencia de desarrollo de los sistemas tecnológicos. Es altamente predecible y puede utilizarse para acelerar el desarrollo. La teoría reciente de TRIZ se basa en la evolución, principalmente la evolución dirigida y los patrones de evolución de productos.

En esencia TRIZ trabaja de la siguiente manera:

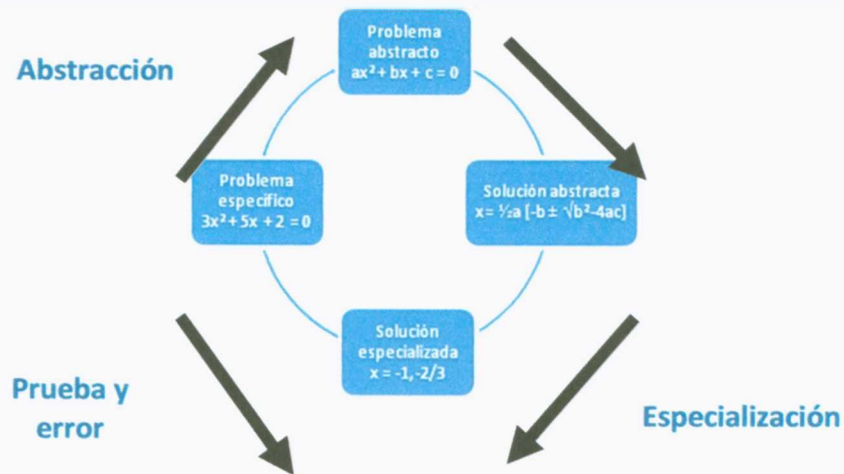


Figura 3.3 Ruta de solución de TRIZ (Kaplan, 1996)

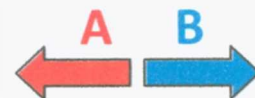
El proceso mostrado en la figura 3.3 es el que generalmente se usa dentro de la metodología TRIZ. Partiendo de un problema específico, se convierte en un problema

abstracto por cual se encuentra una solución abstracta y de ésta se establece una solución específica.

Al parecer es un camino más largo que la forma tradicional para solucionar problemas, sin embargo el camino corto generalmente conlleva a una utilización menos eficiente de recursos, más tiempo para obtener una solución y una exploración incompleta e incierta del espacio de soluciones.

En el nicho de la existencia del problema, el concepto de contradicción siempre está presente pudiendo ser técnica o física. A continuación se explica un parte de ejemplos de contradicciones técnicas.

Contradicción técnica...



Una mejora en una característica de un sistema resulta en el deterioro de otra

Ejemplo 1: Aceleración de un carro vs operación económica.

Ejemplo 2: Confiabilidad contra choque de un aeroplano vs ligereza.

Tradicionalmente (Figura 3.4), las contradicciones técnicas son resueltas por negociación o por compromiso. TRIZ busca eliminar la contradicción sin establecer compromisos. La técnica más utilizada para la eliminación de contradicciones técnicas es el uso de los principios de inventiva, los cuales muchas veces representan una recomendación para cambiar un sistema tecnológico.

El conocimiento experto se vuelve esencial cuando se selecciona un concepto de diseño con base en los principios de inventiva. TRIZ no sustituye el conocimiento experto, más bien lo potencializa al ofrecer una forma estructurada de explorar soluciones posibles.

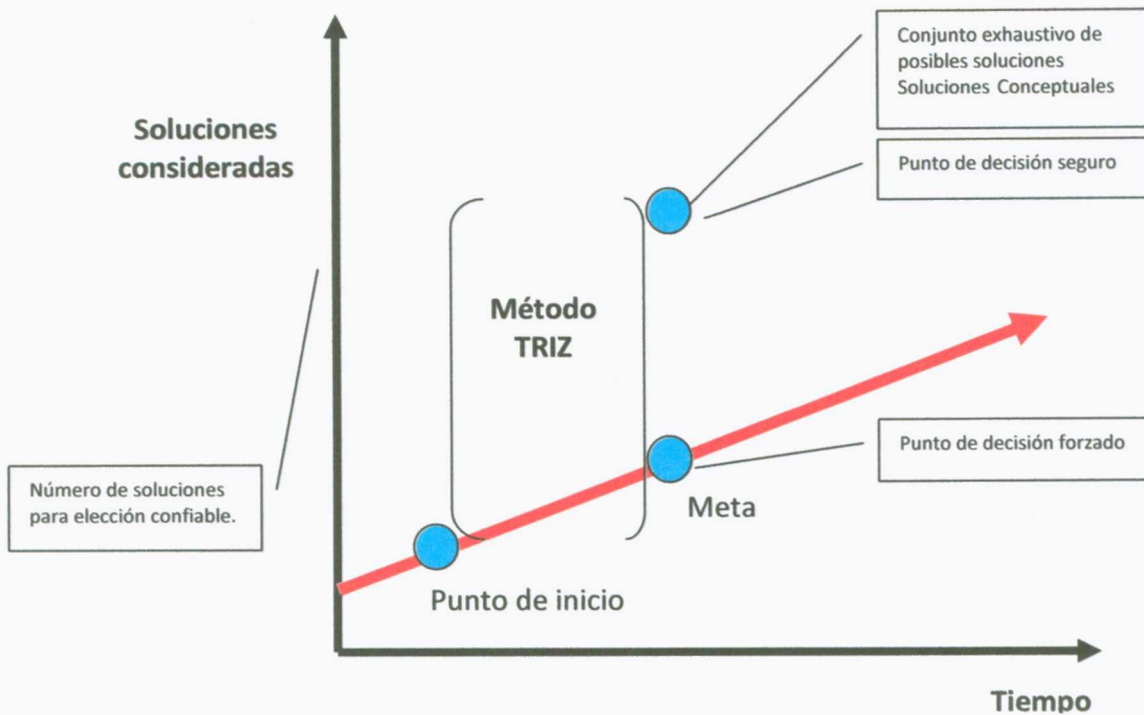


Figura 3.4 TRIZ vs Métodos tradicionales de solución de problemas (Kaplan, 1996).

### 3.2.2.2 Herramientas analíticas usadas en TRIZ

En el cuestionario de situación innovadora (ISQ) se recopila la información relevante para el análisis y es un valioso punto de partida para documentar el proyecto. Entre las características que lo hacen útil se encuentran el identificar la existencia de sistemas similares ya resueltos así como la identificación de las funciones útiles primarias y perjudiciales del sistema.

**Formulador de problemas.** Toma un enunciado de problema y a través del uso de oraciones ligadas de causa-efecto, genera una lista exhaustiva de problemas más explícitos.

**ARIZ.** Por sus siglas, algoritmo para la solución de problemas de inventiva, es una forma alterna para estructurar la definición de problemas más complejos.

Diagramas Campo- Sustancia (SU-Field) es una herramienta analítica para modelar problemas relacionados a sistemas tecnológicos existentes. Sustancia-campo es un modelo mínimo, funcional y controlable de un sistema técnico. Cada sistema es creado para desempeñar algunas funciones. La función deseada es la salida de un objeto o sustancia (S1) causada por otro objeto (S2) con la ayuda de algún medio (F). El término general sustancia ha sido introducido al TRIZ clásico para determinar un objeto. Las sustancias son objetos con cualquier nivel de complejidad y pueden ser cosas simples o sistemas complejos. Los medios para llevar a cabo la acción se llaman campos. Dentro de la base de datos de patentes, hay 76 soluciones estándar sustancia-campo que permiten la modelación de estructuras sustancia-campo sencillas para su análisis. Los diagramas campo sustancia son una técnica usada para modelar problemas de ingeniería. En casos en que el sistema no funciona bien, los modelos S-F llevan a la propuesta de una solución estándar. Los pasos son: identificar el problema, construir el modelo, considerar las 76 soluciones estándar y desarrollar un concepto que soporte la solución.

### **3.2.2.3 Herramientas basadas en conocimiento utilizadas en TRIZ**

Altshuller (1984) inició la investigación sobre innovación y creatividad en 1946. Inicialmente revisó cerca de 200,000 resúmenes de patentes de la ex unión soviética, posteriormente se seleccionaron 40,000 como representantes de soluciones inventivas y las clasificó por su grado o nivel de inventiva en cinco categorías, además dedujo que cada invención contenía al menos una contradicción.

Como lo muestra la tabla 3.1 actualmente hay propuestas por subdividir esta clasificación de cinco niveles para clasificar las patentes que cada año se generan.

Si bien el análisis de patentes no es formalmente una herramienta en sí, constituyendo un recurso valioso para la exploración de la tecnología existente cuando se trata de innovar.



Tabla 3.1 Niveles de inventiva (Kaplan, 1996)

Nivel 1: Estándar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Solución por métodos bien conocidos dentro de la especialidad. Es muy elemental, sin invención.</li> </ul>
Nivel 2: Mejora	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejora de un sistema existente usualmente con algún grado de complicación.</li> <li>• Métodos dentro de la misma industria.</li> </ul>
Nivel 3: Invención dentro del paradigma	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejoras esenciales del sistema existente.</li> <li>• Métodos de otros campos.</li> </ul>
Nivel 4: Invención fuera del paradigma	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Creación de una nueva generación del sistema existente cambiando el principio de comportamiento de la función primaria.</li> <li>• Solución "solución no tecnológica, pero científica".</li> </ul>
Nivel 5: Descubrimiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Invención pionera de un sistema nuevo.</li> <li>• Usualmente basada en un descubrimiento grande, como una nueva ciencia. Es el tipo de descubrimiento que mueve al mundo.</li> <li>• El perfeccionamiento de estos da lugar al nivel 4.</li> </ul>

Nótese en la gráfica presentada en la figura 3.5 que muestra el porcentaje total de patentes contra los niveles de invención, donde se hace la comparación del trabajo de Altshuller con las investigaciones de patentes actuales (CREAX). Es evidente que cada vez más patentes caen en los niveles 2, 3 y 4, esto es explicable ya que en los últimos años se ha visto la transferencia del conocimiento de un tipo de industria a otro, y los inventores tienen una mayor tendencia a ver más allá de los límites de sus organizadores.

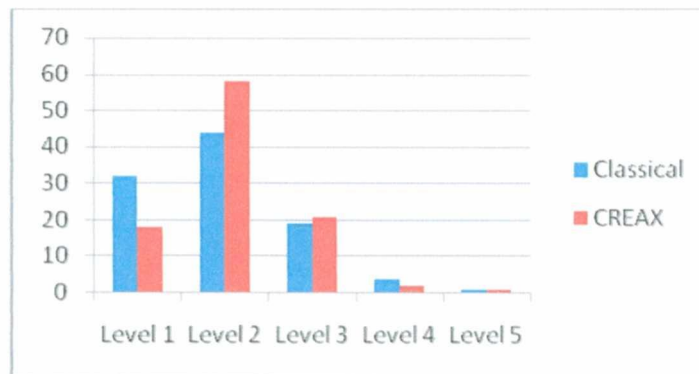


Figura 3.5 Comparación entre datos de TRIZ clásico y actuales sobre los niveles de inventiva Pentti.

Altshuller encontró, a través de su estudio de patentes que los sistemas evolucionan a través de patrones o dicho de otra manera líneas de evolución. Cuando se entienden estos patrones o leyes y los comparamos con los sistemas en ingeniería, podemos predecir y acelerar el avance de los productos, ya que los patrones describen la secuencia posible de diseños para un diseño actual.

Una línea por ejemplo describe la evolución de un sistema del macro al micro nivel. Los patrones de evolución del TRIZ clásico son ocho: etapas de evolución, evolución hacia el incremento de idealidad, desarrollo no-uniforme de los elementos del sistema, evolución hacia el Incremento de Dinamismo y Control, Incremento de Complejidad y luego Simplificación, evolución hacia el micro nivel y el incremento en el uso de campos, evolución con Combinación y Separación de Componentes, evolución hacia el decremento de involucramiento humano.

El trabajo de investigación de CREAX lo ha llevada a proponer actualmente un total de 32 patrones, mismos que se encuentran en la versión 2004 del CREAX INNOVATION SUITE™.

Otro componente del TRIZ es la Matriz de Atshuller o tabla de contradicciones, la cual representa una valiosa herramienta del TRIZ. Las interacciones entre los parámetros en conflicto resultan en principios de inventiva como una forma inicial de atacar los problemas al momento de diseñar. Como se ve en la tabla 2 las intersecciones de renglones y columnas en contradicción son referencias a los 40 principios de inventiva que se deben de usar para la eliminación de contradicciones. La totalidad de la tabla es de 39 X 39 mostrando las contradicciones posibles.



Tabla 3.2 Tabla de contradicciones o matriz de Altshuller (Kaplan, 1996)

Parámetro a Mejorar	Parámetro Deteriorado										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	Peso de un objeto en movimiento	Peso de un objeto sin movimiento	Longitud de un objeto en movimiento	Longitud de un objeto sin movimiento	Área de un objeto en movimiento	Área de un objeto sin movimiento	Volumen de un objeto en movimiento	Volumen de un objeto sin movimiento	Velocidad	Fuerza	Tensión, presión
1			15 8 29 34		29 17 38 34		29 2 40 28		2 8 15 38	8 10 18 37	10 36 37 40
2				10 1 29 35		35 30 13 2		5 35 14 2		8 10 19 35	13 29 10 18
3	8 15 29 34				15 17 4		7 17 4 35		13 4 8	17 10 4	1 8 35
4		35 28 40 29				17 7 10 40		35 8 2 14		28 10	1 14 35
5	2 17 29 4		14 15 18 4				7 14 17 4		29 30 4 34	19 30 35 2	10 15 36 28
6		30 2 14 18		26 7 9 39						1 18 35 36	10 15 36 37
7	2 26 29 40		1 7 4 35		1 7 4 17				29 4 38 34	15 35 36 37	6 35 36 37
8		35 10 19 14	19 4	35 8 14 2						2 18 37	24 35
9	2 28 13 38		13 14 8		29 30 34		7 29 34			13 28 15 19	6 18 38 40
10	8 1 37 18	18 13 1 28	17 19 9 36	28 10	19 10 15	1 18 37 36	15 9 12 37	2 36 18 37	13 28 15 12		18 21 11

La matriz de Altshuller enmarca entonces los 40 principios de inventiva (ver tabla 3.3) los cuales constituyen un conjunto de principios generales para resolver problemas de inventiva que son aquellos donde se presentan una o más contradicciones técnicas, que al traducirse a contradicciones físicas permitirán la solución rápida de un problema existente.

Normalmente TRIZ se ha usado para la generación de conceptos en las metodologías tradicionales de diseño. En la propuesta TRIZ se utiliza en la fase de generación de conceptos y también durante el proceso de determinación de los parámetros críticos del producto. TRIZ sugiere que el proceso de diseño tiene una estructura algorítmica. En muchos casos los diseñadores o inventores señalan que la solución fue encontrada después de una serie de prueba y error; lógicamente esto hacía el proceso de inventiva lento y no repetible.

Tabla 3.3 Los 40 Principios de inventiva (Kaplan, 1996)

1 Segmentación	2 Extracción
3 Calidad local	4 Asimetría
5 Combinación	6 Universalidad
7 Anidación	8 Contrapeso
9 Reacción previa	10 Acción previa
11 Amortiguamiento Anticipado	12 Equipotencialidad
13 Inversión	14 Esferoidalidad
15 Dinamicidad	16 Acción parcial ó sobrepasada
17 Moviéndose a una nueva dimensión	18 Vibración mecánica
19 Acción periódica	20 Continuidad de una acción útil
21 Despachar rápidamente	22 Convertir algo malo en un beneficio
23 Retroalimentación	24 Mediador
25 Autoservicio	26 Copiado
27 Objeto barato de vida corta en vez de uno caro y durable	28 Reemplazo de sistemas mecánicos
29 Uso de una construcción neumática o hidráulica	30 Película flexible o membranas delgadas
31 Uso de material Poroso	32 Cambio de color
33 Homogeneidad	34 Restauración y regeneración de partes
35 Transformación de los estados físicos y químicos de un objeto	36 Transición de fase
37 Expansión térmica	38 Uso de oxidantes fuertes
39 Medio ambiente inerte	40 Materiales compuestos

### 3.3 El Proceso de diseño en ingeniería

En el diseño típicamente el proceso empieza con la definición del problema y el detalle de las restricciones relevantes. Se ha mencionado el trabajo de Ramírez (1994) donde señala que si lo anterior es llevado a cabo adecuadamente por los ingenieros de diseño, el resultado final estará concentrado y dirigido hacia la funcionalidad deseada del resultado creativo.

A continuación se abordan los métodos de diseño de productos en ingeniería con el objetivo de hacer un análisis comparativo. Se ha mencionado anteriormente que el método TRIZ, no constituye un sustituto para los métodos de diseño con los que cuenta la empresa. Sin embargo sí es un importante complemento para los métodos actuales, convirtiéndose en muchas ocasiones en la parte medular del proceso.

Primeramente se analizaran en forma general las metodologías de diseño propuestas por autores como Pugh, Ulrich, Ullman y por último la propuesta de Pahl y Beitz.

Vemos que en las metodologías de estos autores el diseño conceptual forma una parte muy importante, por ejemplo para Pugh (1996, Figura 3.6), la fase de diseño conceptual va seguida del diseño a detalle del producto y lo plantea como un proceso de flujo bidireccional. Sin embargo una falla en la selección de concepto provocará que los esfuerzos del diseño a detalle sean infructuosos.

Por otro lado para Ullrich (2000) en el diseño conceptual están las fases de generación de conceptos, selección y pruebas al concepto. Se deja el camino abierto para explorar en esta etapa con la metodología TRIZ al generar conceptos.

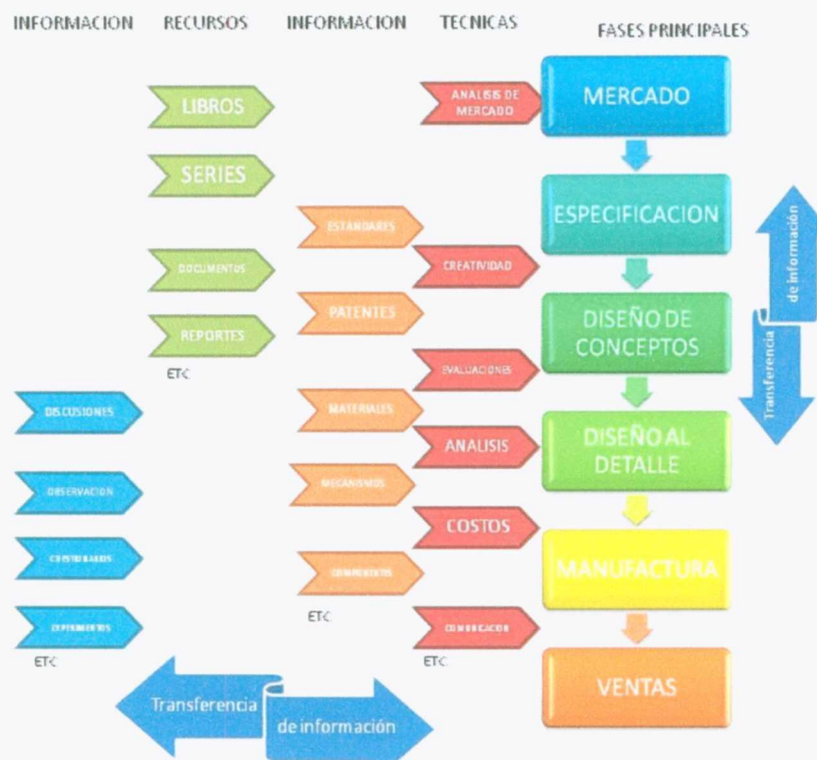


Figura 3.6 Diseño de Productos bajo el enfoque de Pugh

Ullrich (2000) aborda más el diseño a detalle como el diseño industrial, el DFM y la elaboración del prototipo. En forma contrastante, para Ullman (2003) el proceso de diseño incluye antes del diseño conceptual, una fase de definición de especificaciones. Ullman menciona que es aquí donde se generan las especificaciones de ingeniería y se establecen las metas, posterior a esto el diseño conceptual es la fase donde se generan los conceptos, se evalúan y se decide si se puede avanzar o no hacia el desarrollo del producto.

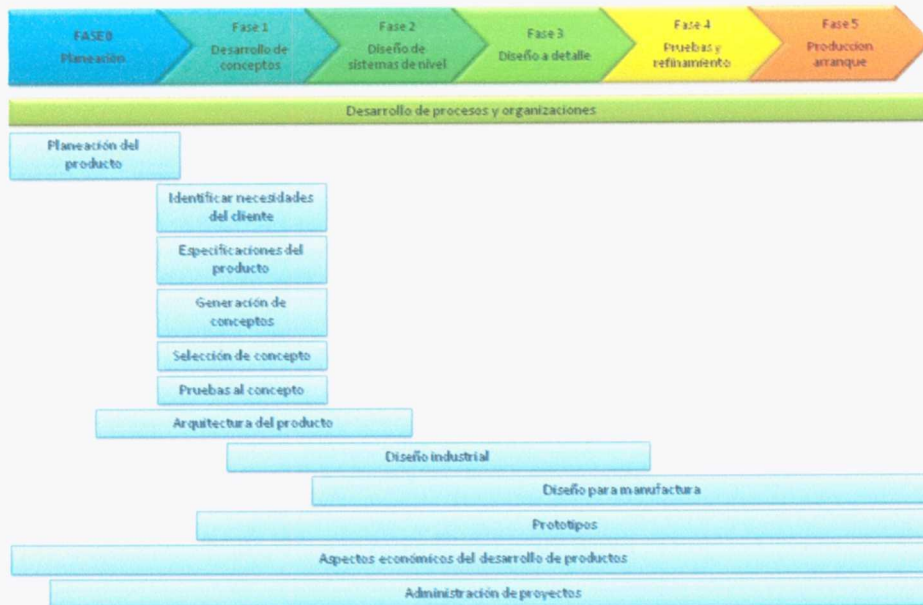


Figura 3.7 Proceso de desarrollo de Productos bajo en enfoque de Ulrich.

Bajo el proceso de diseño sugerido por Ulrich (2000) se sugiere TRIZ en la parte de diseño conceptual para la generación de conceptos, pero no se hace mención sobre Diseño Robusto para la identificación y manejo de los parámetros críticos del producto. (Figura 3.7)

Ullman (2003) si llega a considerar el efecto de la variación en el desempeño del producto y maneja algunos conceptos de Diseño Robusto tanto en la parte de diseño conceptual como en el diseño de tolerancias.

El enfoque de Diseño Robusto que maneja Ullman (Figura 3.8) es el de la escuela de Taguchi a través de Phadke. A pesar de que el enfoque de estos dos autores es similar, es interesante observar el uso de ambos le dan a las herramientas tanto de TRIZ como de Diseño Robusto.

Por otro lado, en la figura 3.9 el enfoque sistemático del proceso de diseño de Pahl & Beitz (1996) también considera primeramente el diseño de las especificaciones antes



del diseño conceptual. Posterior al diseño conceptual Pahl & Beitz introducen el diseño del cuerpo (embodiment) y finalmente el diseño a detalle.

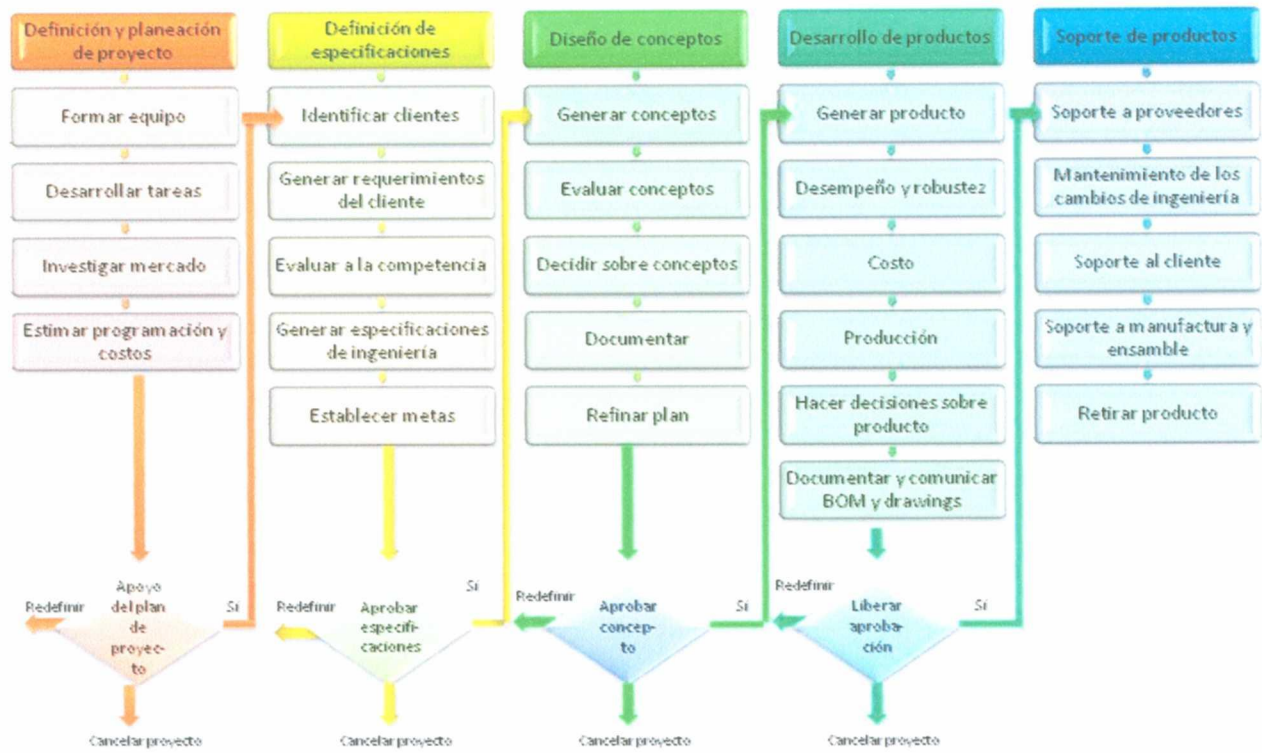


Figura 3.8 Proceso de Diseño mecánico de Ullman

En la parte de diseño conceptual llega a mencionar técnicas como lluvia de ideas y Delphi, pero no hace uso de TRIZ en este caso. En la parte del embodiment considera criterios como seguridad, costos y facilidad de ensamble; sin embargo no comenta sobre la importancia de la robustez del producto que se está diseñando.

Las diferentes metodologías de diseño constituyen una guía para muchas empresas. Éstas son herramientas dinámicas y actualizables que pueden verse complementadas como potencializadas si se considera TRIZ así como Diseño Robusto, en un enfoque que permita la mejora y diseño de productos tanto innovadores como robustos en su desempeño.

La creatividad es muchas veces dejada de lado cuando las empresas hacen inversiones para incrementar su competitividad a través del diseño. La imagen que se

tiene de la creatividad es todavía la de algo innato. La investigación presentada en este capítulo muestra que existe una fuerte necesidad en cambiar el concepto percibido de creatividad hacia algo lógico y sistematizable.

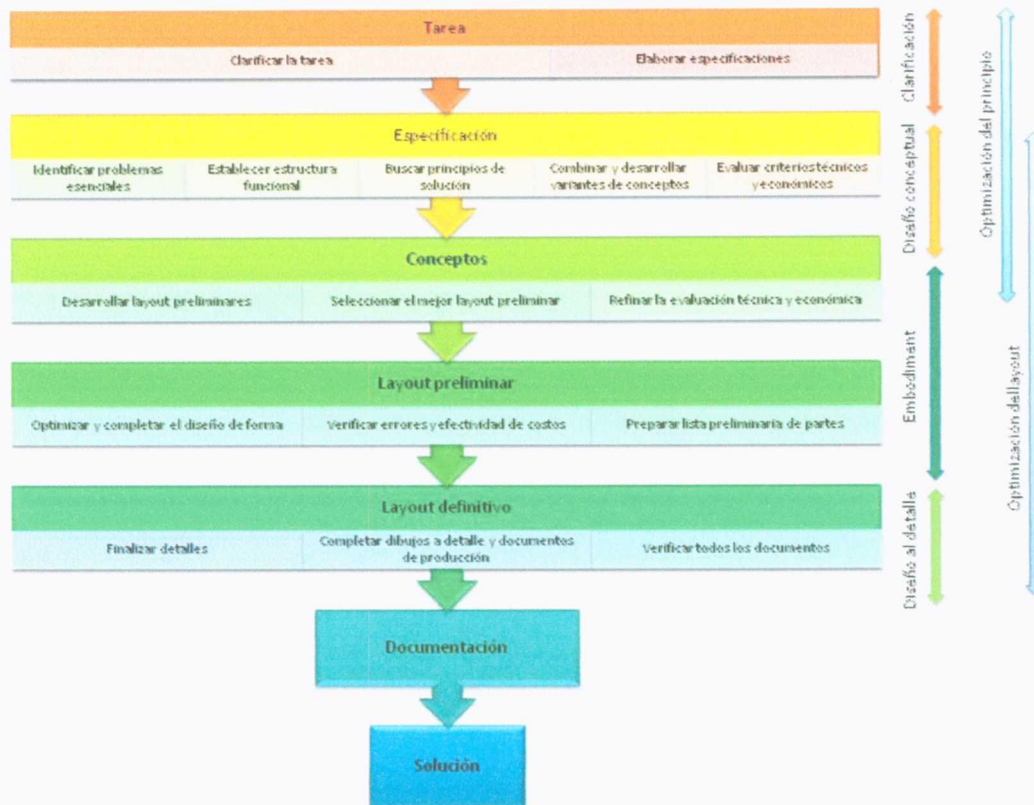


Figura 3.9 Proceso de diseño Pahl y Beitz.

La investigación de este capítulo sirve para empezar a establecer las bases de que la creatividad es igualmente importante para la supervivencia de las organizaciones a largo plazo como lo es en los campos científico y artístico. Las barreras para la creatividad son vistas dentro de la cultura general de la organización en la falta tanto de tiempo como de dinero para: investigación y desarrollo, falta de concentración, síndrome de “no inventado aquí”. Las organizaciones progresistas hacen verdaderos esfuerzos para obtener y realizar las ideas creativas de cada uno de sus empleados como una forma de mejora continua. El reto es desarrollar tanto la habilidad individual para ser creativo como la cultura organizacional para reconocerlo, apoyarlo y aprovecharlo.

**Una propuesta de lograr la necesidad anterior es TRIZ. Observamos que cada vez más empresas en el mundo empiezan a utilizar esta herramienta para potenciar su capacidad creativa y convertir sus ideas innovadoras tanto diseños como productos que satisfagan una necesidad además de tener el suficiente nivel de innovación para convertirse en armas de competitividad. TRIZ ha probado su efectividad en una diversidad de campos, sobre todo en ingeniería y particularmente en diseño.**

**En este capítulo hemos visto cómo la creatividad puede aterrizar desde lo abstracto hacia una metodología como lo es TRIZ, preparando el camino hacia su integración en una metodología de apoyo al proceso de diseño apoyándonos en el estudio de metodologías de diseño existentes.**

## *Capítulo 4*

### **DESARROLLO Y EXPERIMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA**

La innovación tecnológica es una actividad estratégica para Lear en este mundo industrializado. Décadas atrás quedó claro el concepto de calidad, gracias a los trabajos de Deming, Juran y Crosby. Pero hoy en día no es suficiente con hacer las cosas bien. Naciente de la globalización, un nuevo concepto debe tomarse en cuenta: la innovación; las herramientas tradicionales y las tecnologías disponibles no prevén una innovación sistemática. Anteriormente, ésta se había desarrollado como un proceso esporádico, y corporativos han venido contratando a expertos y genios de la creatividad para hacer frente a este nuevo reto.

El científico e inventor ruso de nombre Genrich Altshuller buscó y encontró lo que se conoce como los principios de innovación y las leyes de evolución de la tecnología. Después de revisar cientos de miles de patentes, Altshuller encontró una nueva metodología para la innovación sistemática. Estos trabajos tuvieron que esperar hasta la década de los noventa para darse a conocer al mundo occidental. Para finalmente llegar a Estados Unidos y a Europa así como al Japón y una década después en la América Latina.

Para desarrollar esta propuesta de análisis y diseño de producto se comienza con un análisis paramétrico que contiene información relevante sobre las características de productos análogos existentes. Se hace un ejercicio de descomposición funcional apoyada en fotos que permiten comprender claramente la estructura del producto. Para reforzar este análisis se representa esto en la Matriz Morfológica.



Posteriormente se realiza un análisis QFD (por sus siglas en inglés Quality function deployment) en Español despliegue de la función de la calidad el cual contiene información relevante y suficiente sobre los deseos de los clientes. Se identifican de forma detallada suficientes parámetros que impactan en los deseos de los clientes. Para conocer con precisión los valores de los parámetros y sus unidades de medida. En el QFD se identifican entre otros aspectos las correlaciones negativas que más adelante se podrán usar como auxiliares para identificar las contracciones a revisar con TRIZ.

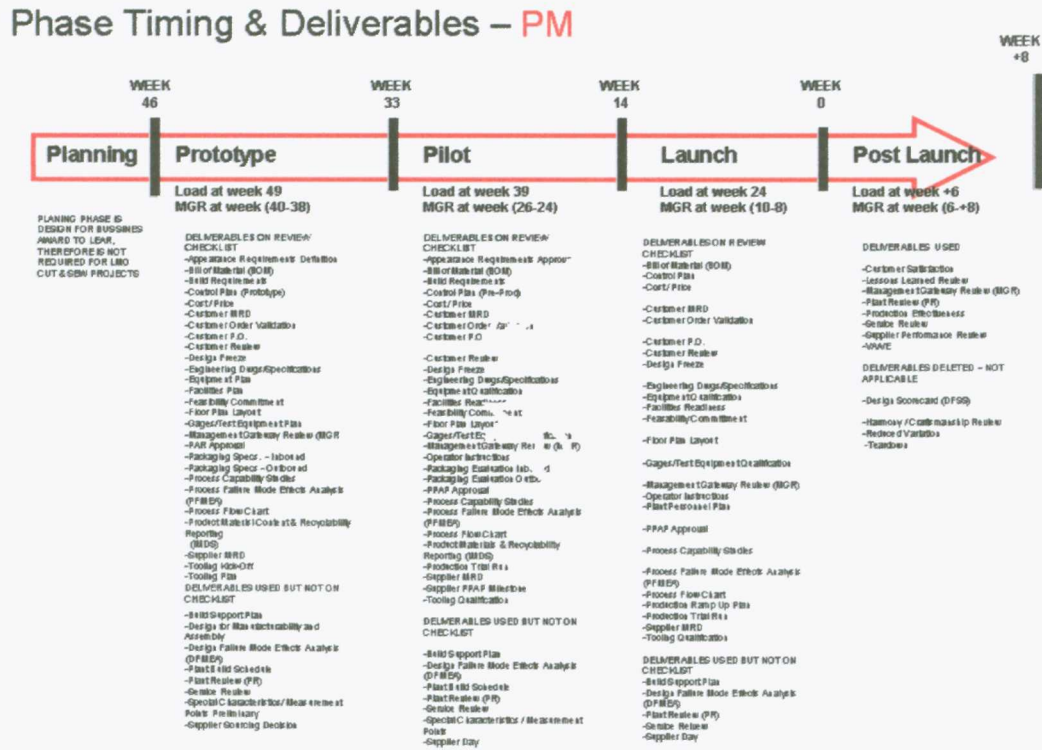
Uno de los conceptos más importantes dentro de TRIZ es el de las contradicciones que se considera el origen de todo problema técnico. Una contradicción surge cuando dos necesidades de un producto o proceso están en conflicto y sin embargo están asociadas para alcanzar un objetivo. En todos los procesos industriales donde se detectan un problema es porque hay al menos una contradicción. Las contradicciones se clasifican fundamentalmente en técnicas, físicas y humanas, eliminar estas contradicciones es el objetivo a lograr. Enseguida de que se hace el ejercicio con la casa de la calidad se hace una revisión de patentes. De las cuales se identifica si alguna de estas puede ser utilizada en la solución del proyecto.

La mayoría de los problemas técnicos están llenos de contradicciones, cuyos síntomas se reflejan en los problemas de producción, de calidad, del proceso, etc. Estos problemas, difíciles de resolver, casi nunca están bien definidos y rara vez se resuelven de manera correcta. En TRIZ se tienen procedimientos sistemáticos para poner en evidencia dónde se encuentra la causa raíz del problema y luego plantearlo en función de sus contradicciones. Un problema así definido se convierte en un problema simple, TRIZ utiliza herramientas técnicas para eliminar estas contradicciones y así considerar a la situación problemática como resuelta de una manera innovadora.

Explicado lo anterior, para finalizar con la identificación de parámetros o características que presentaban conflictos se muestra como serán superadas por el nuevo diseño. Es

en esta parte del proyecto donde se utiliza el software de TRIZ (IWB, 2005) y se obtienen las ideas relevantes para la solución del problema del proyecto.

En la figura 4.10 se muestran las fases en el desarrollo y lanzamiento de un Producto en Lear Corporation. Si bien el TRIZ no puede remplazar en su totalidad el sistema de diseño de producto actual, puede agregarse como una herramienta de soporte.



Rev: 11/14/2005

Figura 4. 10 Modelo para diseño de productos de Lear Corporation

## 4.1 Caso de estudio

Este tipo de investigación permite el estudio de un objeto o caso, y los resultados serán ciertos solo para ese caso en específico. Según Yin (2003) los cinco componentes de un diseño de investigación son: preguntas de estudio, proposiciones de las mismas, unidades de análisis, relación lógica entre las preguntas y las proposiciones; y los criterios para interpretar los resultados. Como estrategia de investigación, el caso de estudio es utilizado en diversas situaciones para contribuir al conocimiento individual, de grupo, organizacional, social, político o de algún movimiento.

La metodología empleada para el desarrollo de esta investigación consiste en el análisis de información de métodos para la generación de ideas como lo es el TRIZ. En este aspecto se identificó como área de oportunidad la tabla de contradicciones de TRIZ con los principios de inventiva. Comparando la solución para el diseño de producto en base a contradicciones técnicas de TRIZ, con la finalidad de evaluar la afinidad en los resultados obtenidos.

En la industria automotriz igual que en la mayoría de los distintos mercados de innovación de productos existen varias fases pilotos que se corren antes de comenzar producción en masa, y estas fases se repiten cíclicamente cada vez que se va a lanzar un nuevo año modelo. El presente trabajo se concentra en el producto CD338 (Fusion). Para este auto en particular, Lear en Ciudad Juárez diseña y cose las vestiduras que llevan estos vehículos en sus interiores. Al terminar costura se embarca a una planta localizada en Hermosillo para que estas vestiduras se coloquen en sus respectivas esponjas formando así los asientos (ver Figura 4.11). Estos asientos al estar listos se envían a la ensambladora de autos.



Figura 4.11 Asientos frontales (izquierda) y traseros (derecha) de un Ford Fusion

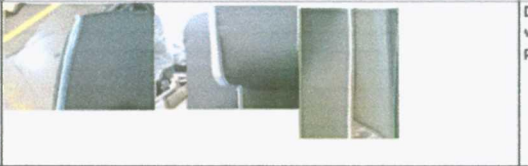
Las fases de pre-producción son vastas, para revisar que los requerimientos del cliente estén realmente plasmados en el producto que se ha diseñado. Tal como lo muestra la Figura 10 se dividen en cuatro mayores: Fase prototipo, piloto, lanzamiento y post lanzamiento.

Después de que Ford recibe los asientos siempre hay una semana de evaluación donde ingenieros encargados de calidad se reúnen para revisar, valorar y si todo está bien aprobar el producto que se ha enviado y así poder continuar con la siguiente fase.

Las fallas que se encuentran en dichas muestras en varias ocasiones son ajustes menores de diseño, problemas con ensamble, problemas en la costura de vestiduras, hay situaciones indefinidas, o errores humanos en cualquiera de las fases de manufactura.

El caso de estudio que compete a este trabajo es un reporte recibido después de esta fase piloto de evaluación. Dicho reporte se muestra en la Tabla 4.4 donde se detonan problemas reportados por el cliente sobre el lace del CD338 ST Fusion.

Tabla 4.4 Problemas reportados por el cliente.

S	ID	Issue Description	Picture
52	43	Wavy Piping	
53	44	Wrinkles in piping contour	
54	45	Piping damaged	
	46	Piping backtack alignment	

El común denominador de la queja de cliente recaen en el “Lace” o “Piping”. El lace es un material compuesto en forma de cordón fabricado en tela, piel vinil, plástico flexible o papel. Es típicamente utilizado para fines decorativos sobre ropa, sábanas o puede actuar para ocultar una costura o dar resistencia en vestiduras para maletas y asientos, como en este caso.

Debido a la retroalimentación negativa de Ford sobre estas muestras, Hermosillo comunicó la necesidad de recibir reemplazos por parte de Lear Ciudad Juárez, y debido a esto, Ingeniera de Producto, Ingeniería de Procesos, Manufactura y Desarrollo comenzaron con varias iteraciones de corte, costura, y ensamble, y posterior embarque para encontrar la posible solución a las observaciones del cliente. (Figura 4.12)

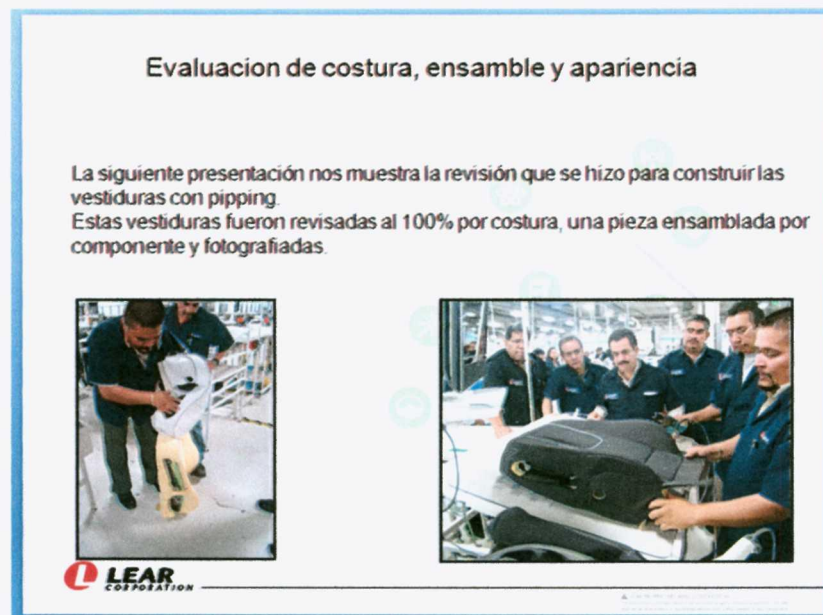


Figura 4.12 Equipo multidisciplinario en busca de causa raíz sobre el problema con cordón decorativo.

Tomando en cuenta que durante su trabajo sobre análisis de patentes y problemas de inventiva Altshuller encontró que para alcanzar cierto nivel de invención se puede cometer ciertas cantidades de errores (Figura 4.13).



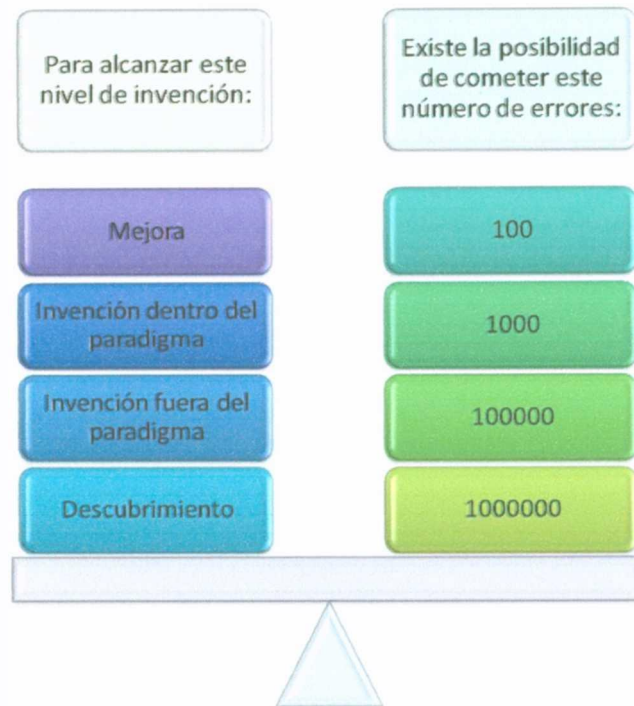


Figura 4.13 Nivel de invención requerido y errores para alcanzarlo

Entonces se hace matemáticamente obvio que para altos niveles de invención el método típico de prueba y error hoy en día es incosteable. Por lo cual en el siguiente capítulo se muestra como resultado de este caso de estudio el llegar a la solución para eliminar los defectos causados por lace, esto por medio de la utilización efectiva de TRIZ evitando iteraciones innecesarias (de desarrollo, corte, costura, ensamble, embarque; en resumen sin incurrir en gastos innecesarios).

# Capítulo 5

## RESULTADOS

La metodología descrita en el capítulo anterior fue utilizada para resolver la causa del modo de falla del cordón decorativo arrugado en vestidura para cabeceras de un Ford Fusion. Y al aplicar dicha metodología descrita se pudieron observar resultados diversos, algunas veces dentro de lo esperado, algunas otras un poco diferentes. Los resultados obtenidos se describen en el presente capítulo.

### 5.1 Descomposición funcional del producto

El problema con esta vestidura al igual que la mayoría de los problemas con interiores de un automóvil radica en la mala apariencia de la misma. Primero para verificar que conocemos ampliamente los factores que puedan afectar al diseño se realizó lo que se conoce como descomposición funcional la que se muestra en la figura 5.14.

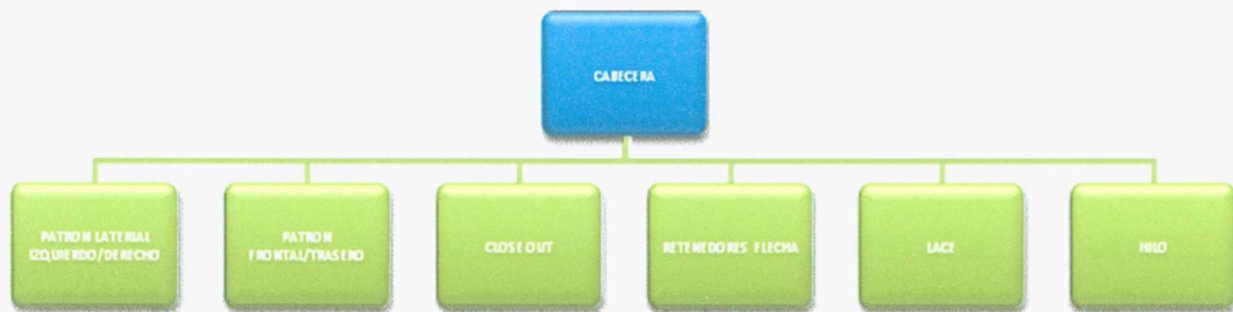


Figura 5.14 Partes de la cabecera nivel 1 de la descomposición funcional

Con esto conocemos que la cabecera es de tela con diseño para la mayor parte de la misma, tiene tela también para el área de cierre, unos retenedores (componentes plásticos que son útiles para que cierra en el momento de ensamblarse en la esponja y es unida con hilo calibre T-90 que es el que se usa comúnmente para uniones sin fin decorativo, y que en especial esta cabecera tiene cordón decorativo de tela como decoración para la versión sport de interiores en tela del automóvil.

Ya con la descomposición funcional (que fragmentó) la vestidura entre partes y funciones, podemos también notar que los patrones tienen varias funciones claves como lo son el cubrir la esponja donde se ensambla, los patrones de cierre sujetan la vestidura en la misma, al unirse correctamente dan apariencia, y por la esponja laminada interna que tiene la tela que se usa, se amortigua y sostiene la cabeza del conductor de un automóvil, y también nos mostró que el cordón decorativo en este caso solo es con fines decorativos. (Figura 5.15)



Figura 5.15 Funciones de las partes de la cabecera nivel 2 de la descomposición funcional

En el Anexo B se muestra la descomposición funcional completa, y también se ilustra una explosión de los patrones que básicamente al coserse forman una cabecera. (Figura 5.16)

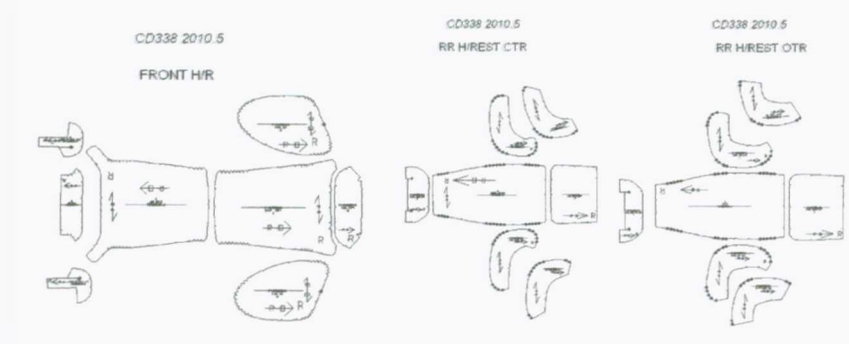


Figura 5.16 Patrones cabecera frontal, trasera central y lateral (de izquierda a derecha)



## 5.2 Construcción de la matriz morfológica

Partiendo de este punto se elaboró la matriz morfológica que se encuentra en su manera completa en el Anexo C. Y a través de la matriz morfológica fue posible ver las distintas combinaciones que se tienen, tomando en cuenta materiales y procesos. Debido a que ya se tienen algunas especificaciones del cliente que son inamovibles, tal es el caso del tipo de material a cubrir, el material de sujeción de las cabeceras, el material a utilizar para dar la apariencia, el material a utilizarse para amortiguar y los dispositivos para mantener la vestidura en el ensamble del asiento; con esto es posible eliminar opciones y quedarnos finalmente con 6 opciones. (Tabla 5.5)

A través de evaluar cada una de las alternativas, se le asignó un valor numérico (1 – 3 – 5), donde 1 es la peor calificación y 5 la máxima calificación. El criterio de evaluación tiene que ver principalmente en cuatro aspectos:

- Costo de acuerdo a lo cotizado.
- Cumple con las funciones y van acorde a la necesidad del cliente.
- No se requiere inversión para implementación.
- Necesidad de capacitación del personal.

Una vez que se suman las calificaciones, se pueden descartar las dos de menor puntaje del resto de las seis evaluadas.

Tabla 5.5 Opciones de diseño arrojadas por la matriz morfológica

	Opción 1	Opción 2	Opción 3	Opción 4	Opción 5	Opción 6
Cubrir	Con tela 5	Con tela 5	Con tela 5	Con tela 5	Con tela 5	Con tela 5
Sujetar	Con patrones de tela 5	Con patrones de tela 5	Con patrones de tela 5	Con patrones de tela 5	Con patrones de tela 5	Con patrones de tela 5
Dar apariencia	Piping 5	Piping 5	Piping 5	Piping 5	Piping 5	Piping 5
Unir	Cosiendo 5	Cosiendo 5	Cosiendo 5	Cosiendo 5	Cosiendo 5	Cosiendo 5
Amortiguar	Con esponja 5	Con esponja 5	Con esponja 5	Con esponja 5	Con esponja 5	Con esponja 5
Cerrar	Con Duon 1	Con Duon 1	Con tela 5	Con tela 5	Con Retenedores 3	Con Retenedores 3
Mantener	Con Retenedores 5	Con Retenedores 5	Con Retenedores 5	Con Retenedores 5	Con Retenedores 5	Con Retenedores 5
Dar consistencia	Con costura 5	Con tela 5	Con costura 5	Con tela 5	Con costura 5	Con tela 5
Total	36	34	40	38	38	39

Las opciones de la 3 a la 6 son posibles planes de acción para erradicar el problema de arrugas que marcó Ford en su evaluación, la variación entre estas opciones radica en la manera en la que se sugiere dar consistencia a la cabecera y cerrarla para que quede mejor ajustada a la esponja en el ensamble final.

### 5.3 Construcción de la casa de la calidad

Ahora es necesario continuar con la metodología y hacer un análisis más concienzudo respecto al costo económico y técnico para solucionar el problema de diseño y cumplir con los requerimientos del cliente. Es aquí donde nos apoyaremos en la casa de la calidad (QFD por sus siglas en inglés) o casa de la calidad para continuar con la evaluación.

La casa de la calidad (Anexo D) mostró todas las correlaciones (figura 5.17) existentes entre todas las características requeridas por el cliente y las acciones que se pudiesen llevar a cabo para lograr cada una de ellas.

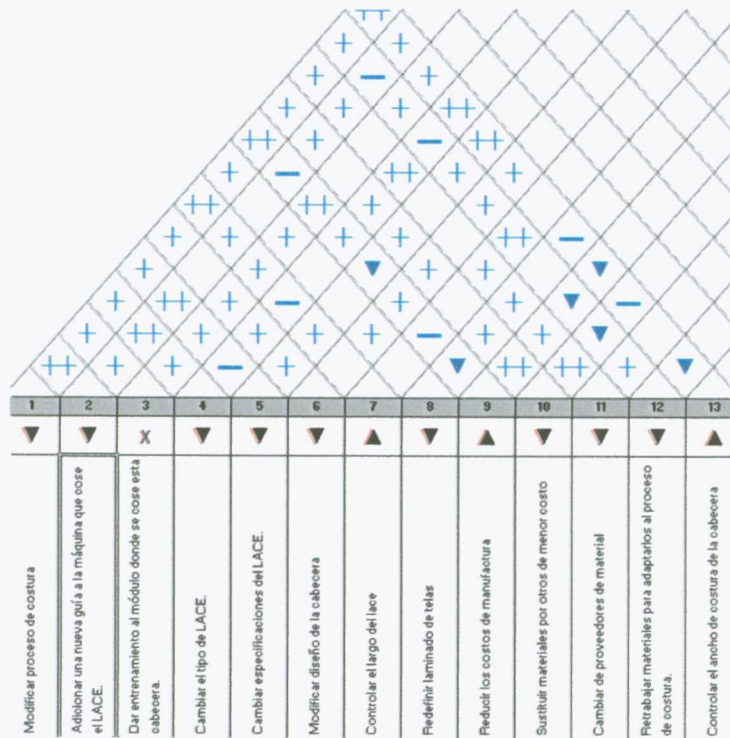


Figura 5.17 Correlaciones de la casa de la calidad

### 5.3.1 Alternativas para las correlaciones encontradas

*Cambiar el tipo de cordón VS Cambiar especificaciones del cordón decorativo.*

El actual cordón de vivo (figura 5.18) definido para este diseño representa muchas dificultades durante su manufactura, debido a que el “Alma” presenta mucha variabilidad en sus dimensiones. Esto provoca arrugas, ondulaciones y diferencias de alturas durante el proceso de costura. Si se cambia el tipo de cordón decorativo, por otro de una mayor densidad en el alma, ya sea de tela o vinil, no sería necesario buscar cambios en las especificaciones del mismo.

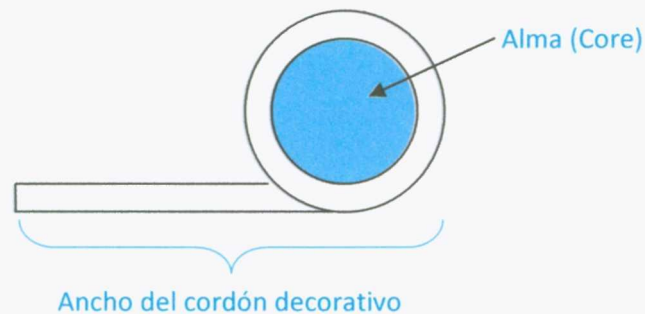


Figura 5.18 Cordón decorativo utilizado en la vestidura del Ford Fusion

*Cambiar el tipo de cordón decorativo VS Controlar el largo del cordón decorativo.*

El largo del Cordón decorativo ha resultado fundamental a la hora de utilizar este material para unir los patrones laterales de las cabeceras, un largo menor o mayor es causante directo de errores estéticos del proceso de costura. Cambiar el tipo de cordón decorativo ayuda a disminuir la necesidad de controlar el largo del mismo. El operador presenta dificultades para coordinar la longitud del Cordón decorativo con la posición de los patrones de tela, provocando los defectos ya mencionados.

*Cambiar el tipo de cordón decorativo VS Re-trabajar materiales para adaptarlos al proceso de costura.*

Si se logra cambiar el tipo de cordón decorativo por otro de un alma más densa (por ejemplo), disminuye drásticamente la necesidad de hacer re-trabajos en los materiales

para adaptarlos al proceso de costura. La necesidad de re-trabajo obedece a la dificultad de conseguir el resultado deseado por el cliente, con un material previamente elegido por su departamento de diseño.

Como nota al referirse a re-trabajos se habla de la posibilidad de agregar marcas al cordón decorativo una vez teniéndolo en Lear Ciudad Juárez, a lo largo de esta evaluación del problema se le solicitó a STRÄHLE + HESS GMBH (proveedor) agregar marcas para referencia de personal operativo, pero el costo del cordón decorativo aumentaba un 50% por lo cual se descartó la posibilidad de adquirir el cordón decorativo con estas características y se inclinó por evaluar la posibilidad de hacer la marcas en casa (Figura 5.19). Ford no está dispuesto a absorber delta de precio por vehículo, tomando en cuenta que se utilizan 7 yardas de cordón decorativo por vehículo y el volumen anual estimado es de 200,000 vehículos.



Figura 5.19 Precio de cordón decorativo con cortes, marcas y actual.

### *Adicionar una nueva guía a la máquina que cose el cordón decorativo VS Reducir los costos de manufactura*

Las guías y otros aditamentos en las máquinas de costura, podrían ayudar a controlar el proceso de costura con el actual material. Sin embargo, esto representaría un incremento en vez de una reducción en el costo de manufactura. Se debe evaluar las incorporaciones de guías u otro equipo, ya que se debe tener una tendencia a la reducción de los costos, más que nada porque ya se tiene un precio cotizado con el cliente y difícilmente aceptará un incremento del mismo.

*Adicionar una nueva guía a la máquina que cose el cordón decorativo VS Re-trabajar materiales para adaptarlos al proceso de costura.*

El adicionar nuevas guías o herramental a las máquinas de coser, afecta directamente al proceso de re-trabajo de materiales. Una mejora en el equipo disminuye la cantidad de re-trabajo que se tenga que hacer al cordón decorativo para cumplir con las especificaciones y criterios del cliente. Algunos de los re-trabajos que se puede aplicar en este caso, se encuentra el de pre-cortar el largo del Cordón decorativo, el marcar el largo del Cordón decorativo, el pre-coser el Cordón decorativo a uno de los patrones de la cabecera, etcétera.

*Cambiar las especificaciones del cordón decorativo VS Reducir los costos de manufactura*

La decisión de cambiar las especificaciones del Cordón decorativo, nos obliga a ir en contra de reducir los costos de manufactura. El cambiar especificaciones puede ir desde pedir un cambio en los materiales, hasta el buscar re-trabajar internamente los materiales para poder ajustarlos al proceso de manufactura. No se puede inclinar el equipo de manufactura a buscar cambios en las especificaciones del Cordón decorativo porque seguramente implicaría modificaciones en el costo con tendencias a la alza.

*Controlar el largo del Cordón decorativo VS Reducir los costos de manufactura*

Controlando el largo del cordón decorativo se puede lograr un proceso de costura más uniforme, ayudando a que no se produzcan errores estéticos en la cabecera. Sin embargo, el controlar el largo del Cordón decorativo se puede llevar a cabo en distintas formas, algunas de ellas son pre-cortando el material en una estación fuera de la línea de producción, o bien, agregando un aditamento a la máquina de coser para que mida su longitud, corte y cosa simultáneamente. Ya sea el método que se utilice, todas van

en contra de la política de reducir los costos de manufactura, por tanto esta actividad de control de longitud debe evaluarse en virtud del impacto en el costo.

***Redefinir el laminado de telas VS Reducir los costos de manufactura***

Redefinir el laminado de telas ayuda a “esconder” los errores cosméticos del proceso de costura. Esto implica el incrementar el grosor de la esponja en la tela, cubriendo la altura del cordón decorativo en todo el asiento. Pero esto implicar un incremento en los costos de manufactura, la cual debe ser absorbida por la empresa, por tanto la disyuntiva es que a mayor cambios al laminado de la tela, mayores son los costos de manufactura.

***Reducir los costos de manufactura VS Re-trabajar materiales para adaptarlos al proceso de costura.***

La reducción de los costos de manufactura va en contra de las acciones de re-trabajo de materiales para la adaptación al proceso de costura. Cualquiera que sea el método de re-trabajo ya mencionados anteriormente, va a provocar un costo extra que el cliente no pretende absorber.

***Reducir los costos de manufactura VS Controlar el ancho de costura de la cabecera.***

El control del ancho de costura de la cabecera ayuda a que el operador no tenga que preocuparse a que el ancho del cordón decorativo no sea suficiente para que la aguja no dañe el Alma (Core) de este. La forma de controlar este ancho de costura puede ir desde modificar la especificación, cambiar el ancho del Cordón decorativo, adaptar guías a la máquina de costura u otros medios. Sin embargo cualquiera de estas acciones involucra un incremento de los costos de manufactura.



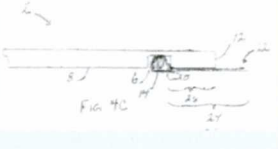
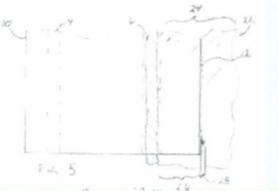
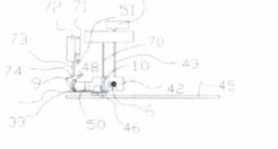
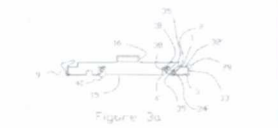

*Re-trabajar materiales para adaptarlos al proceso de costura VS Controlar el ancho de costura de la cabecera.*

Entre mejor sea el control del ancho de costura de la cabecera, se controla las variaciones del material e influye directamente en la necesidad de re-trabajar materiales para adaptarlos al proceso de costura. Si se logra disminuir las variaciones del producto y el proceso de costura, ya no se tendrán que implementar acciones como el pre-corte de Cordón decorativo, el pre-cosido del cordón decorativo a un patrón, o bien, al de marcado del material.

## 5.4 Revisión de patentes

Terminado el análisis que se hizo de la casa de la calidad se procedió a revisar patentes que pudieran ser de apoyo como ideas para la posible solución inventiva, las patentes en su forma original están en el Anexo E. En la Tabla 5.6 se muestra el análisis de patentes encontradas, se podría sugerir el agregar en Lear Planta Ciudad Juárez una maquina de cortado de cordón decorativo para hacer los re trabajos antes sugeridos y el ajuste más conveniente a el ancho de cordón decorativo para su costura.

Tabla 5.6 Análisis de patentes

Patente - Aplicación No.	Fecha	Nombre	Categoría	Características principales	Dibujos
10/087,403	Feb 28, 2002	Método y Aparato para la medición y corte del cordón decorativo.	Medir, cortar cordón decorativo	<p>Un método y una herramienta es prevista para la medición y corte del Cordón decorativo en el ancho de la costura.</p> <p>El "cordón decorativo" o "lace por sus siglas en inglés" es un material compuesto en forma de cordón fabricado en tela, piel vinil, plástico flexible o papel. Es típicamente utilizado para fines decorativos sobre ropa, sábanas o puede actuar para ocultar una costura o dar resistencia en vestiduras para asientos y maletas.</p> <p>La herramienta de corte de cordón decorativo es utilizada para cortar el material a una tolerancia de costura predeterminada para prepararse al proceso de coser e incorporar el Cordón decorativo en la vestidura.</p>	 
7134399	Nov 14, 2006	Seam Gauge	Medir, Cortar, Coser, Ajustar ancho, Retrabajar material	<p>Un aparato es pensado para mantener un cordón para coser o piping mientras este es cortado y cosido con un determinado ancho de costura deseado.</p> <p>El aparato incorpora y ajusta el ancho de costura proveyendo marcas de corte para seguir manteniendo el hilo de costura después o durante las puntadas y durante el corte del ancho de costura.</p> <p>Varios métodos de ajuste de largo de la costura y el proceso están automatizados a pesar de contar con variables de distancia en cortes, teniendo la posibilidad de incorporarlo a la máquina.</p>	  



Al evaluar el cordón decorativo contra el ancho de costura permitida (8mm +/-1) se identificó que había conflictos entre esta especificación y el ancho del cordón decorativo (8mm +/-1), pues si alguno de los dos resultaban fuera de medida nominal, la aguja pisaba el alma (core) como se ve en la figura 5.20, generando un problema adicional como deshilado. Lo cual se identificó como otra restricción y se observa que la patente que contiene un dispositivo para ajuste de ancho podría ser una alternativa útil para controlar esta contradicción física.



Figura 5.20 Deshilado por restricciones entre ancho de costura y ancho de cordón

## 5.5 Utilización de software para la aplicación de TRIZ

Ya con los datos arrojados por la descomposición funcional, matriz morfológica, el despliegue de la casa de la calidad, y la revisión de patentes, se está listo para utilizar el Innovation Work Bench (Figura 5.21) y recibir los resultados concluyentes basados en TRIZ.

En la figura 5.21 diagrama de IWB (por sus siglas en inglés) se describe la situación detallada del caso de estudio. El ancho de cordón decorativo, interactúa con el ancho de la costura. Las variaciones en ancho de cordón decorativo recibido por parte del proveedor generan conflictos y ocasiona los visibles segmentos deshilados en la cabecera. El tener marcas en el cordón decorativo que coincidan con las marcas en la cabecera generará o influirá en una cabecera con buena apariencia y en el caso contrario al no tenerlas se puede presentar la condición de cordón decorativo ondulado. También se describe como el ancho de costura puede afectar para que la cabecera muestre arrugas como también se ha reportado como queja del cliente.

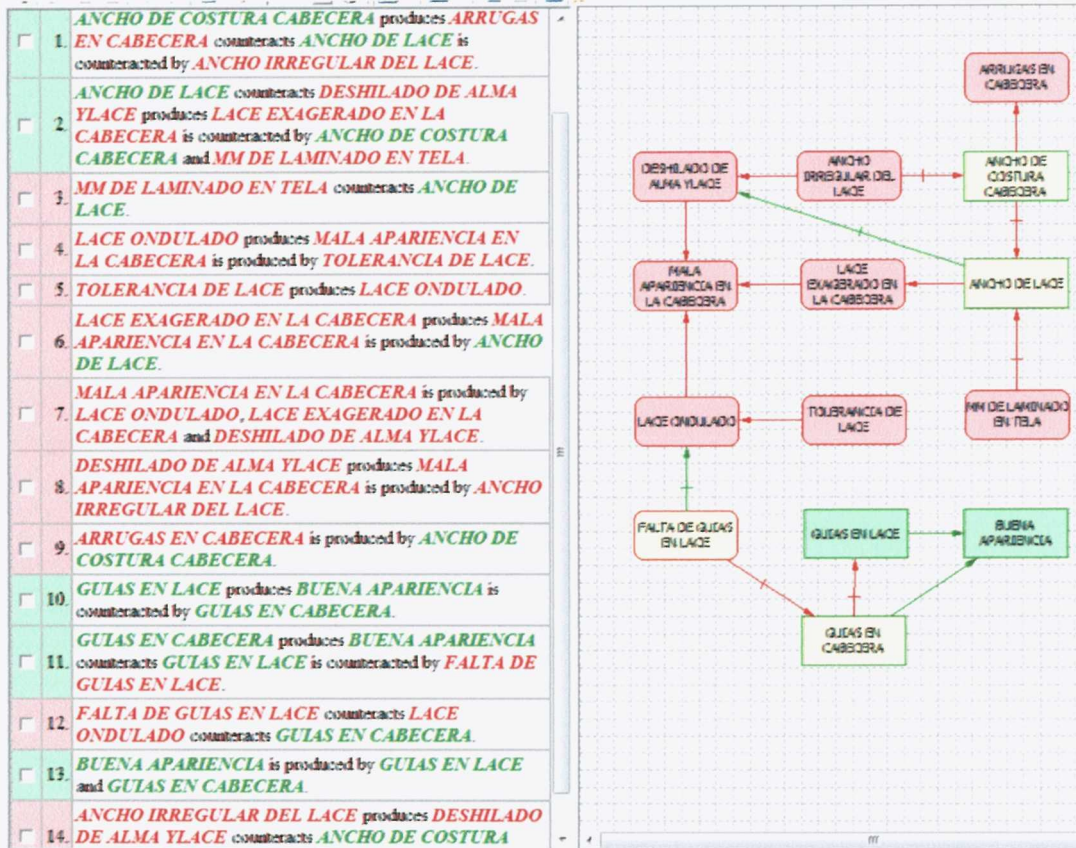


Figura 5.21 Diagrama 1 en IWB

Después de terminar el diagrama se tradujo el programa en texto como se muestra en la figura 5.21 en el área izquierda. El enunciado 11 “guías en el cordón decorativo producen buena apariencia e interactúan con las guías en la cabecera, que se ve afectada por falta de guías en el cordón decorativo.” Entonces ya identificado el conflicto inherente entre los parámetros y características del mismo se identificaron los parámetros de diseño con dos de los treinta y nueve parámetros generalizados de Altshuller.

Como parámetro a mejorar se tomó el número 30 que habla sobre factores perjudiciales actuando en un objeto y como parámetro afectado el 29 que menciona la precisión en la manufactura (ver anexo Anexo G). La intersección entre estos parámetros nos marca revisar 4 principios de inventiva: copiado, el de reemplazo de

sistemas mecánicos, acción previa y vibración mecánica (Principios 26, 28, 10 y 18 del Anexo F).

El principio de copiado (principio de inventiva 26) y de acción previa (principio de inventiva 10) se adaptaron para la solución de este problema; los 28 y 18 se descartaron porque el pensar cómo adaptarlos a la manufactura de una vestidura aumentaría el costo de la misma haciendo casi imposible competir en términos de precio. Debido a que el remplazar el cordón decorativo por otro era algo que no se puede hacer debido a que este es un proveedor y artículo "dirigido por el cliente Ford" se necesitaba seguir usando es decir no hay opción de remplazo pero se copió la estrategia del cordón decorativo con marcas que ofrecía el proveedor a mayor precio. Entonces como acción previa se cortará el cordón decorativo del largo que se necesita según cada componente (es decir se estableció un largo para cabecera frontal, para trasera, y otro para respaldos) y después de eso en la siguiente operación se le hacen muescas al cordón decorativo (con marcador, en la figura 5.20 se ve un cordón decorativo ya marcado) como parte de la operación en la línea para que encaje perfectamente en la costura. Lo anterior elimina la dificultad de costura en cabeceras frontales, traseras y respaldos.

Ahora solo queda pendiente revisar el particular caso de las cabeceras traseras que al tener menor grosor en su laminado original presentan arrugas al ensamblar la vestidura en el foam en el área lateral de la cabecera.

Para este problema se tomó como parámetro a mejorar la manufacturabilidad (parámetro 32) contra el de deterioro parámetro 37 que menciona la complejidad de control. Y en su intersección TRIZ sugiere cuatro principios de inventiva: 6- Universalidad, 28- Reemplazo de sistemas mecánicos, 11- Amortiguamiento anticipado y 1-Segmentación.

De nuevo el principio 28 se descartó por el costo de implementación que representa.

En el análisis de la descomposición funcional se menciona que los patrones laterales en una cabecera tienen la función de cubrir solamente, pero el principio de

universalidad (número 6) sugiere que se le puede agregar otra función, lo que se necesita para eliminar arrugas es dar estabilidad a la vestidura al momento del ensamble.

Debido al diseño de la esponja ya no se puede agregar más retenedores plásticos (que por lo general son los que dan esta estabilidad mencionada) entonces se usaran los patrones de menor laminado (laterales) para hacer esto.

Como lo muestra la figura 5.22, la manera de hacerlo resultó del principio de amortiguamiento anticipado, la mayor diferencia entre una cabecera frontal y una trasera es el grosor del laminado en sus telas, entonces para compensar esto se decidió agregar dos patrones de tela extras en cada lateral cosidas en los segmentos de extremos para dar un efecto de “estiramiento” en la cabecera al momento de estar esta ensamblada.

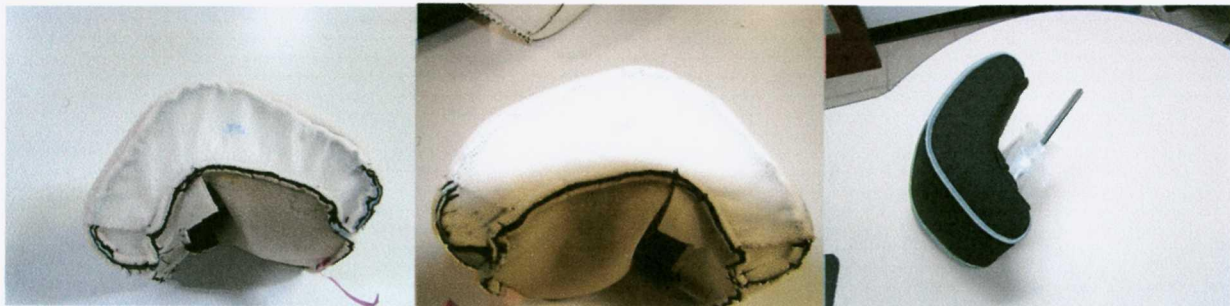


Figura 5.22 Tela point bond agregada para estirar la cabecera en el ensamble

En suma resultado de los principios de inventiva se agregaron marcas al cordón decorativo, se definió un largo adecuado para el cordón decorativo para cada componente (en vez de usarse en carrete como llega se cortara como se muestra en la tabla 5.7), y se agregaron unos patrones a la cabecera trasera para proveer estabilidad al momento del ensamble.



Tabla 5.7 Medidas de lace para cada componente

COMPONENTE	PRECORTAR LACE A ESTA MEDIDA	UNIDADES POR COMPONENTE
CABECERA FRONTAL	596mm	2 PCS
CABECERA TRASERA CENTRAL	380mm	2 PCS
CABECERA TRASERA LATERAL	393mm	2 PCS
RESPALDO PASAJERO	1046mm	1 PC
RESPALDO CONDUCTOR	1052mm	1 PC
RESPALDO 40%	1014mm	1 PC
RESPALDO 60%	1011mm	1 PC

Y se concluyó que sí será posible mantener un proceso normal bajo las siguientes condiciones: Proceso estandarizado de pre-unión del lace a 4.5 mm (NO SIMULTANEO) utilizando un pisa costuras re trabajado para esta operación; control de la longitud del lace, pre cortando las piezas a las medidas establecidas (las medidas del lace es menor a la longitud de los patrones) de esta manera el lace queda bien tensionado y se logra una apariencia sumamente regular; y manejando unión a 8.5 mm con el pisa costura adecuado y utilizando una máquina automática.

# *Capítulo 6*

## **CONCLUSIONES**

El objetivo de esta investigación era el desarrollar un modelo de soporte al diseño de productos, donde se integrara TRIZ para aportar ideas innovadoras de solución y reducir el tiempo de desarrollo para finalmente cumplir con las expectativas y requerimientos establecidos por un cliente final.

Sobre la interrogante de investigación referente a la posibilidad de disminuir el tiempo de desarrollo de un producto al identificar las características críticas del mismo se contesta de forma afirmativa. La descomposición funcional y matriz morfológica, sumadas al QFD, y plasmado esto en el TRIZ dieron la misma respuesta que se obtuvo en la iteración tradicional de corte, costura, embarque, ensamble; pero en un menor periodo de tiempo y lo que es mucho mejor sin los gastos que conlleva el repetir este proceso una y otra vez.

A su vez y de igual manera se obtuvo una respuesta positiva a la pregunta de investigación que trataba el hecho de que el implementar TRIZ como herramienta en el desarrollo de producto incrementa la creatividad y robustez en el mismo. Pues al identificar correctamente las contradicciones técnicas del problema de diseño, se encontraron las respuestas de inventiva que permitieron dar resolución a una queja de cliente.

La primera hipótesis establecida en el planteamiento del problema se acepta. Al identificar correctamente las características críticas de un producto se disminuye el tiempo necesario para el desarrollo del mismo. Pues se establece que el procedimiento tradicional de solución de problemas generalmente envuelve una utilización costosa en sentido al uso de recursos, por mencionar tiempo y dinero. Y en el caso de estudio en vez de buscar una respuesta solo por medio de prueba y error; el identificar

correctamente las características críticas la vestidura disminuyó el número de iteraciones que se realizan comúnmente antes de llegar a la solución óptima.

De la misma manera, se acepta la hipótesis que establece que el implementar TRIZ como herramienta influye positivamente en el diseño correcto y robusto de un producto. Pues efectivamente la creatividad sistemática es igual o mayor al utilizar QFD-TRIZ. . La creatividad es mayor en el sentido que se exploran todas las funciones y partes de un producto; y la robustez se incrementa porque se identifican las correlaciones entre los requerimientos del cliente (ques) y las acciones a implementar (comos) de respuesta, evitando así que una solución altere el sistema.

El TRIZ erradica la tradicional exploración incompleta de posibles soluciones para un problema de inventiva. Permite encontrar las contradicciones técnicas en el producto, las cuales comprometen el diseño correcto de las vestiduras y de esta manera permite definir acciones para mantener las condiciones óptimas y evitar el surgimiento del evento no deseado.

Las fases de desarrollo existentes en Lear Corporation son útiles y efectivamente dan respuesta a los problemas que se presentan; el TRIZ se puede adaptar a cada una de ellas (fase prototipo, fase piloto, fase de lanzamiento); para disminuir la incertidumbre en lo que se refiere a eficiencia y efectividad de una respuesta.

Lo anterior aplica tanto en un producto en producción regular donde en ocasiones surgen interrogantes de cómo mejorarlo, por ejemplo con la evaluación de patentes implícita en la metodología se ayudaría a evolucionar a un nuevo nivel de producto. Por otro lado para productos antes de lanzarse en producción masiva sirve para generar un concepto más robusto que permita prevenir la necesidad de un rediseño constante y costoso.

La herramienta desarrollada es un auxiliar en empresas que manejan programas de Seis Sigma y deseen avanzar de manera rápida en sus procesos de diseño. También sirve como guía para sobreponerse a la inercia mental o paradigmas que surgen al

momento de generar ideas en la fase de diseño y la búsqueda de robustez en el desempeño de los productos.

El costo anual de la licencia del software de nombre Innovation Work Bench (IWB) es de cincuenta y dos mil pesos, costo que se recuperaría al eliminar 7 embarques por evaluación de muestras; a lo largo de este caso de estudio del programa CD338 ST de Ford solo para el problema de apariencia respecto al lace se hicieron 3 embarques en un transcurso de 2 semanas. Aritméricamente el uso de TRIZ soportado por el programa IWB se paga rápidamente con una plataforma, es inconmensurable entonces el beneficio aritmético si mencionamos que Lear en Ciudad Juárez, provee vestiduras para programas no solo de Ford, sino GM, Chrysler, Hyndai y BMW.

Dentro de esta metodología hay varios puntos clave que tener presentes, como lo son la descomposición funcional sin la cual la casa de calidad o despliegue de calidad podría quedar incompleta. El mayor uso del despliegue de calidad son las correlaciones que se identificaron, se debe tomar en cuenta que sería incorrecto reportar solo correlaciones positivas; solo un sistema o producto ideales tendrían de este tipo.

Es necesario que se involucren en este ejercicio los ingenieros de producto, y los desarrolladores para enlistar el mayor número posible de ques en el QFD. El TRIZ es una herramienta que propicia el éxito en una resolución de problemas, pero el recurso intelectual del trabajo en equipo es un factor determinante en cualquier tipo de proyecto y en este no se debe de subestimar. Mucho menos en el hecho de que se debe tener comprensión del producto para plasmarlo bien en estas herramientas.

Como recomendación y recordando que el TRIZ fue resultado de una exhaustiva evaluación de patentes que se acomodaron en principios de inventiva enmarcados por cierto números de parámetros. Se sugiere la generación interna de un banco de lecciones donde en un futuro cercano, cualquier integrante del equipo de diseño o desarrollo de productos pueda consultar problemas similares al que le atañen y tomar esas lecciones (o principios de inventiva especializados en vestiduras) como punto de partida para generar una solución.



# *Referencias bibliográficas*

Altshuller, G. S., *Creativity as an Exact Science*. Garbon and Breach, New York, 1984.

Cagan, J. y Vogel, C., *Creating Breakthrough Products*, USA, Prentice Hall. 2002

Creativity for innovation [www.creax.com](http://www.creax.com) 2005

Chih-Chen L. y Jahau L., *Development of Product Green Innovation Design Method* ecodesign, 2nd International Symposium on Environmentally Conscious Design and Inverse Manufacturing (EcoDesign'01), 2001 pp.168

Dasgupta, S, *Technology and creativity*, England, London, Oxford University Press, 1996.

Domb, E., *Book review Directed evolution: Philosophy, theory and practice*, <http://www.triz-journal.com/archives/2001/05/c/index.htm> 2001,

Evans, P. y Deeham, *The Keys to creativity*, England, London, Grafton, 1998.

Fowlkes, W. y Creweling, C., *Engineering Methods for Robust Product Design*, Addison Wesley, 1995.

Hanshurgen L. y Gunter H. Herr, 2002, Wois and Innowis, Trizcon 2002

Ideation International Innovation WorkBench® 3.2 2005 (IWB) [www.ideationtriz.com](http://www.ideationtriz.com)

Kaplan Stan, *An introduction to TRIZ The Russian Theory of inventive problem solving*, EEUU, IDEATION INTERNATIONAL, 1996.

Kasarik Y., *If TRIZ is such a good idea why is not everyone using it*, Though Systems Inc Ottawa, Canada, [antitrizjournal.org](http://antitrizjournal.org)

Lethbridge, D & Davies G., *Initiative for the development of creativity in science and technology (CREST): an interim report on a partnership between schools and industry*, *technovation*, 15, p. 453-465., 1995.

Navin, F., *Engineering creativity-doctum ingenium*, Canadian Journal of civil Engineering, 21 p. 499-511, 1994.

Osborn, Alex, *Imaginación aplicada*, 1963

Pahl, G. y Beitz, W., *Engineering Design: A Systematic Approach*, Springer Verlag, 1996.

Petrosky, H. *The evolution of useful things*,. New York: A. Knopf, 1992.

Pugh, S., *Creating innovative products using total design*, EEUU, Adison Wesley, 1996.

Ramírez, M.R. *Meaningful theory of creativity: design as knowledge implications for engineering design*, IEEE frontiers on Education conference, p. 594-597, 1994.

Richards, T., *La creatividad, análisis y solución de los problemas empresariales*. Desuto: España, 1977.

Stenberg, R.J., *Handbook of creativity*, New York: Cambridge University Press, 1999.

Smith, S. y Wallace, D., *Towards the synthesis of aesthetic product form*, ASME 2000, Design Engineering Technical conferences, September 10-13, 2000

Takeda, N., *Diseño Morfológico como herramienta para la innovación del diseño industrial*, ITESM 2004

Terninko, J., Zusman A. y Zlotin B., *Step by Step TRIZ Creating Innovative Solution Concepts*, USA 1996

Ullman D., *The mechanical Design Process*, EEUU, Mc Graw Hill, 2003

Ulrich K., *Product Design and Development Second Edition*, EEUU, Mc Graw Hill, 2000

Unsworth, K., *Unpacking creativity*, *Academy of management*, The Academy of management review, 26, p 289-297., 2001

U.S. Patent and Trademark Office (USPTO) <http://www.uspto.gov/>

Yin, Robert K. *Case study research: design and methods*. Thousand Oaks, Calif. : Sage Publications, p. 21 2003

Zusman A. y Zlotin B., *Overview of creative methods*, August. 1997, <http://www.triz-journal.com/archives/1997/07/e/index.htm>

---

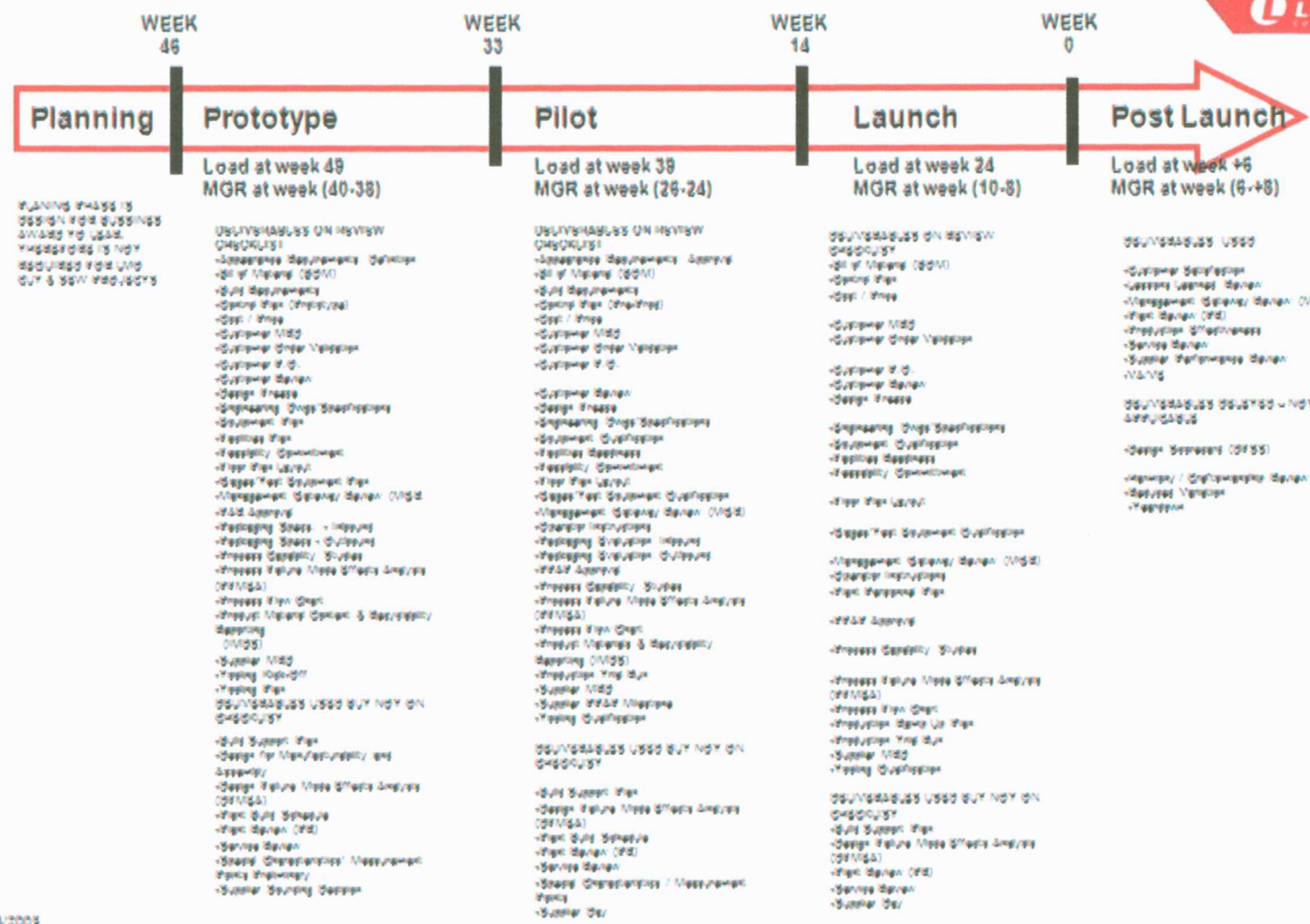
# Anexo A

---

Fases de Diseño de  
producto de LEAR

---

# Phase Timing & Deliverables – PM



62

Rev: 11/14/2009

www.lear.com

ALL INFORMATION AND CONTENT IS UNCLASSIFIED AND CONFIDENTIAL. This information is intended solely for the personal and private use of the individual user and is not to be disseminated in any form or by any means without the prior written consent of Lear Corporation.

---

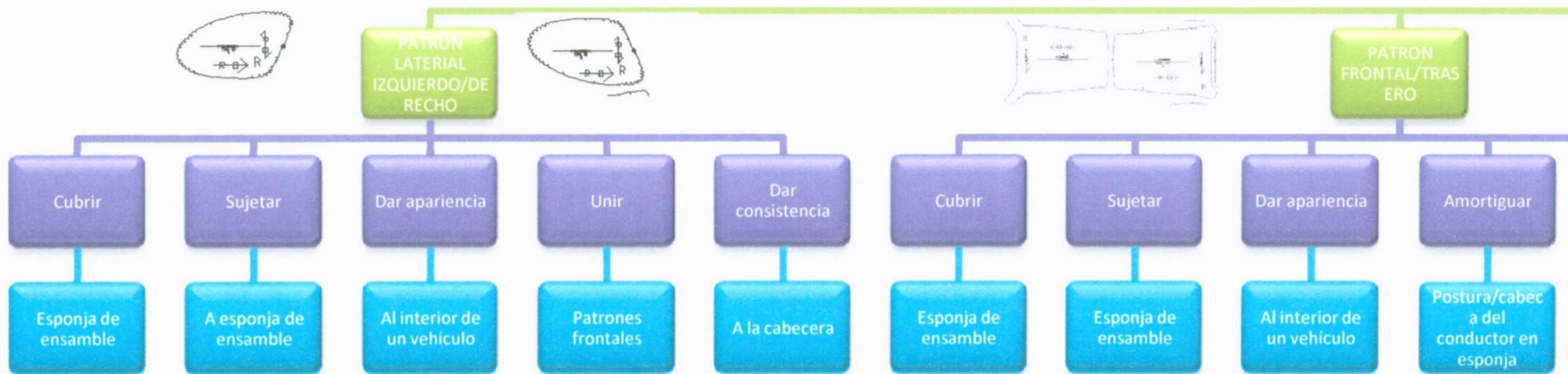
# Anexo B

---

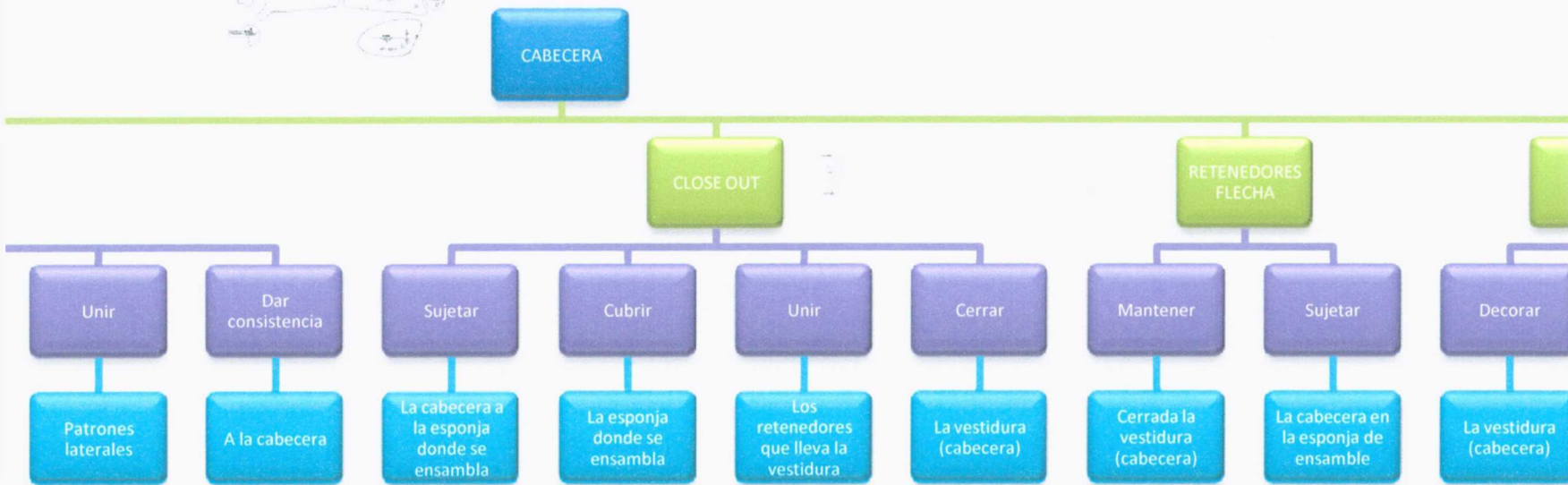
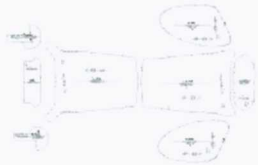
Descomposición  
Funcional

---

# DESCOMPOSICION FUNCIONAL DE UNA VESTIDURA PARA CABECERA (1/3)

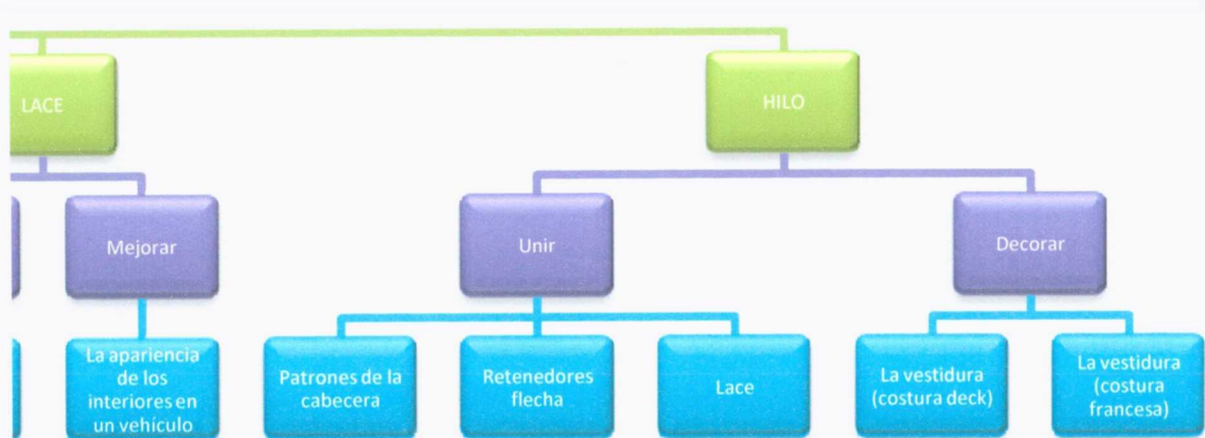


# DESCOMPOSICION FUNCIONAL DE UNA VESTIDURA PARA CABECERA (2/3)





## DESCOMPOSICION FUNCIONAL DE UNA VESTIDURA PARA CABECERA (3/3)



---






# Anexo C

---

Matriz morfológica

---

## MATRIZ MORFOLOGICA

		actual	1	2	3	4
1	CUBRIR	Con tela 	Con vinil 	Con piel 	Gamuza 	
2	SUJETAR	Con patrones de tela 	Con patrones de duon 	Con okies 	Con velcro 	Con foam inyectado 
3	DAR APARIENCIA	Con piping 	Con tela de diseña 	Con costura (deck/francesa) 	Con contrastes de color 	Con bordado 
4	UNIR	Cosiendo 	Laminando 	Hilvanando 		
5	AMORTIGUAR	Con esponja 	Con muller 			
6	CERRAR	Con tela 	Con duon 	Con tela 	Con retenedores 	Con zipper 
7	MANTENER	Con retenedores 	Con zipper 			
8	DAR FORMA CONSISTENTE	Con costura 	Con plasticos 	Con tela 	Con velcro 	Con elastico 

---

# Anexo D

---

**QFD Despliegue de la  
Función de la Calidad**

---



---

# Anexo E

---

Patentes

---

## **METHOD AND APPARATUS FOR MEASURING AND CUTTING PIPING**

### **Abstract**

A method and tool is provided for measuring and cutting the seam allowance of a piping material from the salvage portion. The piping material is composed of a cording material encased in a fabric such as cloth, leather, vinyl, flexible plastic or paper. Piping is typically used as a decorative embellishment on clothing, blankets, quilts, or may act to hide a seam or give strength to the article such as used in upholstery, slip and seat covers, and luggage. The piping trimming tool is used to cut the salvage to a predetermined seam allowance in preparation for sewing and incorporating the piping into the article.

**Application number:** 10/087,403

**Publication number:** US 2003/0159556 A1

**Filing date:** Feb 28, 2002

**Inventors:** Susan Kay Cleveland, Lee Dale Cleveland

### **U.S. Classification**

083013000

### **International Classification**

B26D001/00

### **Claims**

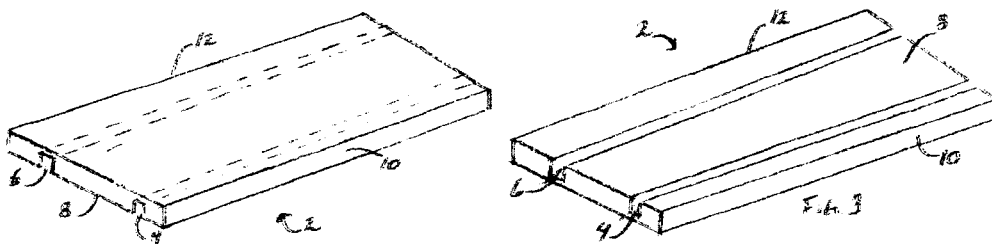
What is claimed is:

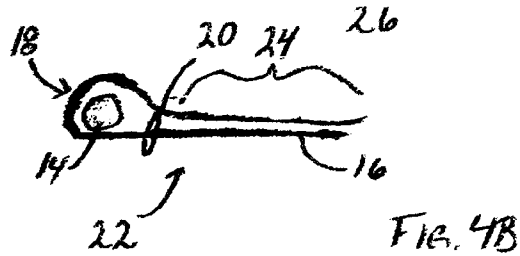
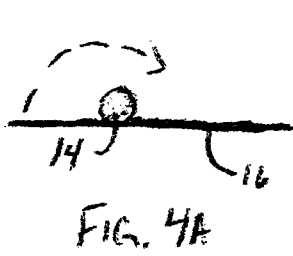
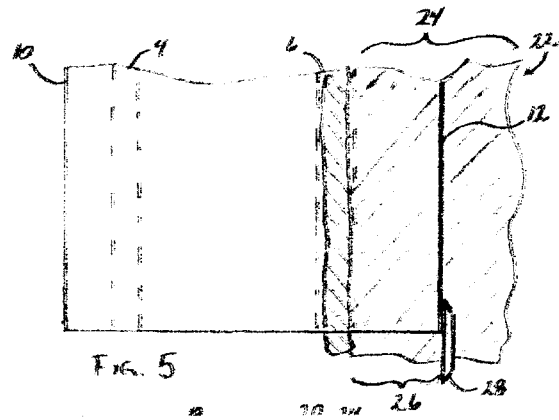
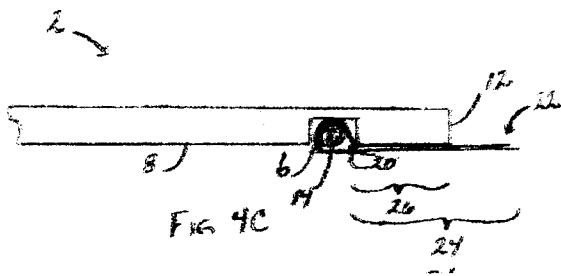
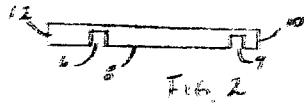
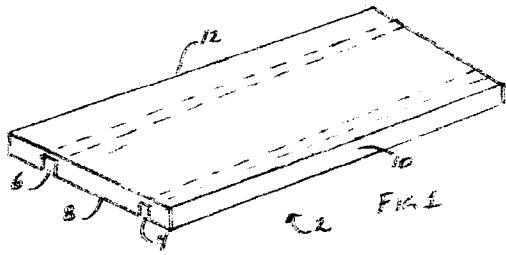
1. A method for trimming a salvage of a piping material, the method comprising: covering a piping material with a piping trimming tool; positioning a first portion of the piping material in a holding device; cutting the piping material next to a cutting guide surface; and removing a salvage material.
2. The method of claim 1 wherein the step of positioning a portion of piping material in a holding device includes placing a section of piping material containing a fabric and a cording material in a holding device.
3. The method of claim 2 wherein the step of placing a section of piping material containing a fabric and a cording material in a holding device further includes placing the fabric and cording material in a rectangular channel.
4. The method of claim 1 wherein the step of covering a piping material with a piping trimming tool includes covering a predetermined seam allowance portion with the piping trimming tool.
5. The method of claim 1 wherein the step of cutting the piping material next to a cutting guide surface includes placing pressure on the piping trimming tool.
6. The method of claim 1 wherein the step of cutting the piping material next to a cutting guide surface includes running a rotary cutting blade along the cutting guide surface.



7. The method of claim 1 wherein the step of removing a salvage material includes leaving a seam allowance of a predetermined width on the piping material.
8. An apparatus for trimming a salvage of a piping material, the apparatus comprising: a transparent body; a cording channel; a cutting guide surface; and a cutting tool.
9. The apparatus of claim 8 wherein the transparent body is composed of a transparent acrylic, plastic or glass.
10. The apparatus of claim 9 wherein the transparent acrylic, plastic or glass is a three-dimensional rectangular body having a top surface, a long side surface and a bottom surface.
11. The apparatus of claim 10 wherein the cording channel is a rectangular cut-out, with an opening on the bottom surface of the transparent body.
12. The apparatus of claim 10 wherein the cutting guide surface is the long side surface.
13. The apparatus of claim 8 wherein the cording channel is parallel to the cutting guide surface.
14. The apparatus of claim 8 wherein the piping material includes a cording material encased in a fabric and the salvage.
15. The apparatus of claim 14 wherein the fabric is a cloth, leather, vinyl, or flexible plastic.
16. The apparatus of claim 14 wherein the fabric contains a seam allowance portion.
17. The apparatus of claim 14 wherein the cording material is a flexible rope, plastic tubing, metal tubing or paper tubing having a diameter measuring less than the width of the cording channel.
18. The apparatus of claim 17 wherein the cording material encased in a fabric is positioned in the cording channel.
19. The apparatus of claim 8 wherein the trimming tool is a rotary cutting blade.
20. The apparatus of claim 19 wherein the rotary cutting blade cuts the salvage.

### Drawings





## **SEAM GAUGE**

### **Abstract**

A device is taught for holding a sew cord or corded piping while it is cut and for manufacturing sew cord with a desired seam allowance. The device incorporates an adjustable seam allowance by providing notches cut for holding the sew cord after or during stitching and during the cutting of the seam allowance. Various methods of adjusting the length of the seam and automating the process include having variable distance cuts, having a reduced side for tracking a cutting blade incorporating the device into a presser and incorporating a cutting blade in the product.

**Patent number:** 7134399

**Filing date:** Feb 10, 2004

**Issue date:** Nov 14, 2006

**Inventor:** Alma J. Gulsby

**Primary Examiner:** Ismael Izaguirre

**Application number:** 10/775,558

### **U.S. Classification**

**11247503; 112/139; 112/235**

### **Claims**

What is claimed is:

1. A device for preparing seam allowances in a seam cloth having a front, a back, a length between the front and back, and a thin side forming a seam allowance with a thin end, and an expanded sew cord comprised of a fold in the seam cloth enclosing a cord said seam cord being opposite the seam allowance thin end and said thin end fitting within a fold in a base cloth for use with a stitching machine that stitches the base cloth fold sequentially from front to back as the seam cloth is fed forward with the seam allowance then end folded into the base cloth into the stitching machine said device comprising:

- a) a holding means with a front and back for sequentially feeding the sew cord along its length while frictionally holding the sew cord on at least two sides and releasing the sew cord as the sew cord feeds forward through the holding means from back to front;
- b) a measuring means for measuring the end of the seam allowance relative to the holding means and wherein the measuring means further comprises a cutting means for aligning a cutting blade with the thin end.

2. The invention of claim 1 further comprising a cutting means for cutting the seam allowance at the end of the seam allowance as the seam cord feeds through the holding means.

3. The invention of claim 2 wherein the cutting means is at least one blade attached to the holding means.

4. The invention of claim 2 wherein the cutting means is at least one blade attached to the stitching machine.
5. The invention of claim 1 wherein the holding means comprises a body (49) having a length and a width and a front and a back and wherein the width defines a left edge on a first side and having a base and wherein the base describes at least one notch running along the base the length of body (49) from front to back and wherein the measuring means is comprised of the left edge.
6. The invention of claim 5 wherein the at least one notch is approximately the same size as the sew cord.
7. The invention of claim 5 wherein the body comprises a top and a bottom and wherein the body defines at least one body slot passing from the top to the bottom of the body and wherein the distance between the notch and the slot is equal to location of the sew cord stitch.
8. The invention of claim 5 wherein the body comprises a top and a bottom and wherein the body defines at least one body slot passing from the top to the bottom of the body and wherein the distance between the notch and the slot is equal to location of the base stitch from the notch.
9. The invention of claim 5 wherein the body comprises a top and a bottom and wherein the body defines at least one body slot passing from the top to the bottom of the body and wherein the distance between the notch and the slot is equal to the location of the thin edge.
10. The invention of claim 5 wherein the distance between the at least one notch and the left edge is equal to the length of the seam allowance.
11. The invention of claim 10 wherein the base defines a plurality of notches comprised of the at least one notch and at least one second notch and wherein the distance between the at least one notch and the left edge is different from the distance between the at least one second notch and the left edge.
12. The invention of claim 11 wherein the body comprises a right edge and wherein the distance between the at least one notch and the left edge is different from the at least one second notch and the right edge and wherein the measuring means further comprised of the right edge.
13. The invention of claim 12 wherein there are at least four notches and wherein the four notches are, respectively, approximately  $\frac{1}{4}$ " and  $\frac{3}{8}$ " from the left edge and  $\frac{1}{2}$ " and 1" from the right edge.
14. The invention of claim 5 wherein the body is transparent.
15. The invention of claim 5 wherein the edge defines a step so that a cutting blade may run along the step and extend downward along the edge.
16. The invention of claim 15 wherein the body has a center between the front and back and wherein the edge and step run from the front of the body to the back of the body.
17. A device for preparing seam allowances in a seam cloth having a front, a back, a length between the front and back, and a thin side forming a seam allowance with a thin end, and an expanded sew cord comprised of a fold in the seam cloth enclosing a cord said seem cord being opposite the seam allowance thin end and said thin end fitting within a fold in a base cloth for use with a stitching machine that stitches the base cloth fold sequentially from front to back as the

seam cloth is fed forward with the seam allowance then end folded into the base cloth into the stitching machine said device comprising:

- a) a holding means with a front and back for sequentially feeding the sew cord along its length while frictionally holding the sew cord on at least two sides and releasing the sew cord as the sew cord feeds forward through the holding means from back to front;
- b) a measuring means for measuring the end of the seam allowance relative to the holding means and wherein the stitching machine has a foot post means for holding a foot and at least one needle means for stitching thread through the cloth and wherein the holding means is attached to the foot post means and wherein the measuring means further comprises a cutting means for aligning a cutting blade with the thin end and wherein the foot post means further comprises a means for changing the seam allowance by moving the holding means relative to the needle of the stitching means.

18. The invention of claim 17 wherein the foot post means further comprises a means for changing the seam allowance by moving the holding means relative to the cutting means.

19. A process for producing seam allowances in a cloth of a desired length for use with a base material which can be folded to create a fold in the base material comprising the steps of:

- 1) holding the sew cord below a body having a length and a width, said body defining a notch along the length of the body so that the sew cord is held within the notch;
- 2) cutting the seam cloth at the seam allowance from the edge of the body.

20. The process of claim 19 further comprising the step of moving the sew cord forward along within the notch and repeating steps 1–2 and then repeating all of the steps until the desired length is obtained.

21. The process of claim 19 wherein the step of cutting comprises the step of cutting the seam allowance at the edge of the body.

22. The process of claim 21 further comprising the step of simultaneously cutting the seam allowance and sewing the cord within a fold of the seam allowance cloth.

23. The process of claim 21 further comprising the step of sequentially sewing the cord within a fold of the seam allowance cloth and cutting the edge of the seam allowance.

24. The process of claim 23 further comprising the step of sequentially sewing the seam allowance within a fold of the base material.

**Drawings**

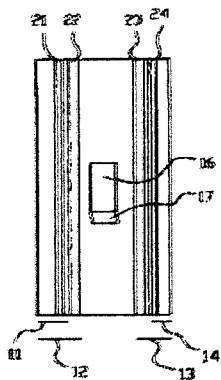
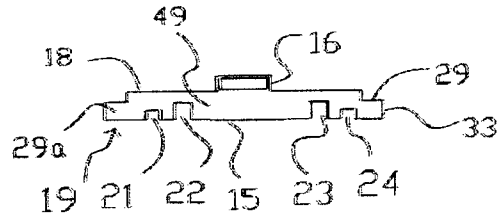
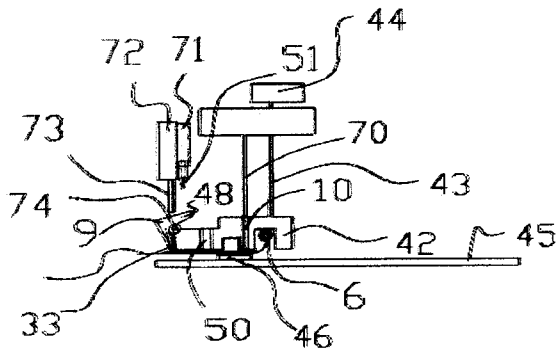


Figure 2

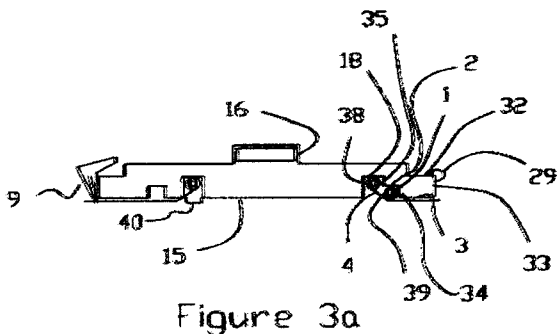
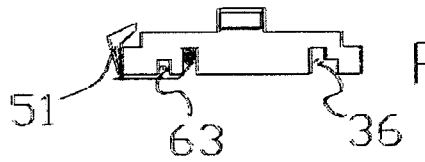


Figure 3a

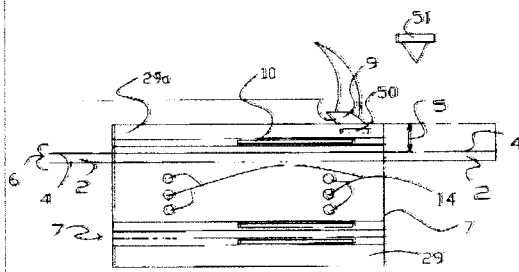


Figure 4

---

# Anexo F

---

Los 40 principios de  
inventiva

---



No	Principio	
1	Segmentación	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Divida un objeto en partes independientes</li> <li>b. Haga a un objeto seccionado.</li> <li>c. Incremente un grado de segmentación de un objeto</li> <li>d. Haga un objeto fácil de desensamblar.</li> </ul>
2	Extracción	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Extraer (remover o separa) una parte o propiedad "disturbadora", de un objeto.</li> <li>b. Extraer únicamente la parte o propiedad necesaria.</li> </ul>
3	Calidad total.	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Transición de una estructura homogénea de un objeto a una estructura heterogénea.</li> <li>b. Hacer que diferentes partes del objeto lleven a cabo diferentes funciones.</li> <li>c. Colocar cada parte del objeto en las condiciones más favorables para su funcionamiento.</li> </ul>
4	Asimetría	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Reemplace una forma simétrica de un objeto con una forma asimétrica.</li> <li>b. Si el objeto es asimétrico, incremente el grado de asimetría.</li> </ul>
5	Combinación	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Cambie en el espacio objetos homogéneos u objetos destinados a operar en forma contigua.</li> <li>b. Combine en tiempo operaciones homogéneas o contiguas.</li> </ul>
6	Segmentación	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Que el objeto realice múltiples funciones, de esta manera se elimina la necesidad de algunos otros objetos.</li> </ul>
7	Animación	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Contener el objeto dentro de otro el cual contiene un tercer objeto.</li> <li>b. Un objeto pasa a través de la cavidad de otro objeto.</li> </ul>
8	Contrapeso	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Compensar el peso de un objeto uniéndolo con otro que tenga una fuerza de levantamiento</li> <li>b. Compensar el peso de un objeto mediante al interacción con un medio que provea fuerzas aerodinámicas o hidrodinámicos.</li> </ul>
9	Acción contraria previa	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Si se necesita llevar a cabo una acción, considere una acción contraria por adelantado.</li> <li>b. Si el problema especifica que el objeto debe tener una tensión,, provea antitensión por adelantado.</li> </ul>
10	Acción previa	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Lleve a cabo la acción requerida con anticipación totalmente, o al menos en parte.</li> <li>b. Ordene los objetos de tal manera que puedan entrar en acción sin pérdidas de tiempo esperando la acción (y de la posición más conveniente)</li> </ul>

- 
- 11 **Prevención anticipada** (*caution in advance*) a. Compensar la relativamente baja confiabilidad de un objeto por medio de contramedidas tomadas con anterioridad
- 12 **Equipotencialidad** a. Cambiar las condiciones de trabajo para que un objeto no necesite ser levantado o bajado.
- 13 **Inversión** a. En lugar de una acción dictada por las especificaciones del problema, implementar una acción opuesta.  
b. Haga inmóvil una parte movable del objeto o el ambiente exterior, y la parte inmóvil hágala movable.  
c. Voltee el objeto, la parte de arriba hacia abajo.
- 14 **Esferoidalidad** a. Reemplace parte lineales o superficies planas con otras curvadas, formas cúbicas con formas esféricas.  
b. Use espirales, pelotas, rodillos.  
c. Reemplace un movimiento lineal con uno rotatorio, utilice una fuerza centrífuga.
- 15 **Dinamicidad** a. Haga que las características de un objeto, o el ambiente externo, se ajusten automáticamente para el desempeño óptimo en cada estación de operación.  
b. Divida un objeto en elementos que puedan cambiar de posición relativa entre sí.  
c. Si un objeto es inamovible, hágalo movable o intercambiable.
- 16 **Acción parcial o sobrepasada.** a. Si es difícil obtener un 100 % del efecto deseado, ejecute algo de más o algo menos para simplificar el problema.
- 17 **Moviéndose a una nueva dimensión** a. Resuelva los problemas de mover un objeto sobre una línea mediante movimientos en dos dimensiones (a lo largo de un plano). Simplemente los problemas de mover un objeto en un plano desaparecen si el objeto puede ser cambiado para permitir un espacio tridimensional.  
b. Use un ensamble de objetos en capas múltiples en lugar de una simple capa.  
c. Incline el objeto o volteeo a "su posición".  
d. Projete imágenes en áreas cercanas o en el anverso del objeto.
-

18	<b>Vibración mecánica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Ponga un objeto a oscilar.</li> <li>b. Si la oscilación existe, incremente su frecuencia, aún hasta la ultrasónica.</li> <li>c. Use la frecuencia de resonancia.</li> <li>d. En lugar de vibraciones mecánicas, use piezovibradores.</li> <li>e. Use vibraciones ultrasónicas en conjunción con un campo electromagnético</li> </ul>
19	<b>Acción periódica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Reemplace una acción continua con una periódica o un impulso.</li> <li>b. Si una acción es periódica, cambie su frecuencia.</li> <li>c. Use pausas entre impulsos para dar acción adicional.</li> </ul>
20	<b>Continuidad de una acción útil</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Realice una acción sin descanso, todas las partes de un objeto deben ser operadas constantemente a su total capacidad.</li> <li>b. Elimine tiempos ociosos y movimientos intermedios.</li> </ul>
21	<b>Despachar rápidamente</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Ejecute operaciones peligrosas a muy alta velocidad.</li> </ul>
22	<b>Convertir algo malo en un beneficio</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Utilice factores o efectos dañinos de un ambiente para obtener efectos positivos.</li> <li>b. Remueva un factor dañino agregándolo a otro factor peligrosos.</li> <li>c. Incremente la cantidad de acciones peligrosas hasta que dejen de serlo.</li> </ul>
23	<b>Retroalimentación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Introduzca retroalimentación.</li> <li>b. Si ya existe retroalimentación, revíértala.</li> </ul>
24	<b>Mediador</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Use un objeto intermediario para transferir o llevar a cabo una acción.</li> <li>b. Conecte temporalmente un objeto a otro que sea fácil de remover.</li> </ul>
25	<b>Autoservicio</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Haga que el objeto tenga su propio servicio y ejecute operaciones de reparación suplementarias.</li> <li>b. Haga uso de desperdicios de material y energía.</li> </ul>
26	<b>Copiado</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Use una copia simple y poco costosa en lugar de un objeto que es complejo, costoso, frágil o inconveniente de operar.</li> <li>b. Reemplace un objeto o un sistema de objetos por una copia óptica, una imagen óptica. Una escala puede ser usada para reducir o alargar una imagen</li> </ul>

---

c. Si se usan copias ópticas visibles, reemplácelas con copias infrarrojas o ultravioletas.

- 27 **Objeto barato de vida corta en vez de uno cara y durable.** a. Reemplace un objeto costoso por una colección de algunos poco costosos, comprometiendo otras propiedades (longevidad, por ejemplo)
- 28 **Reemplazo de sistemas mecánicos.** a. Reemplace el sistema mecánico por uno óptico, acústico u odorífero.  
b. Use un campo magnético, electromagnético o eléctrico para una interacción en el objeto.  
c. Reemplace campos: Estacionarios con campos móviles. Fijos con algunos que cambien en el tiempo. De los aleatorias a los estructurales.  
d. use un campo en conjunción con partículas ferromagnéticas.
- 29 **Uso de una construcción neumática o hidráulica.** a. Reemplace las partes sólidas de un objeto por gas o líquido, estas partes pueden usar aire o agua para inflarse o utilizar cojinetes hidrostáticos.
- 30 **Película flexible o membrana delgadas.** a. Reemplace las cosntrucciones habituales con membranas flexibles y películas delgadas.  
b. Aisle un objeto del ambiente externo con películas delgadas o membranas finas.
- 31 **Cambio de material poroso.** a. Haga un objeto poroso o use elementos porosos adicionales (insertos, cubiertas, etc.)
- 32 **Cambio de color** a. Cambie el color de un objeto o sus alrededores.  
b. Cambie el grado de translucidez de un objeto o sus alrededores.  
c. Use aditivos coloreados para observar objetos o procesos que son difíciles de ver.  
d. Si tales aditivos ya son usados, emplee trazadores luminiscentes o elementos trazadores.
- 33 **Homogeneidad** a. Haga que los objetos interactúen con un objeto primario hecho del mismo material o algún material similar en comportamiento.
- 34 **Restauración y** a. Rechazar o modificar un elemento de un objeto después de que complete su función o se hace útil
-

---

	<b>regeneración de partes</b>	(descartar, disolver o evaporar) b. Restaurar completamente cualquier parte usada de un objeto.
<b>35</b>	<b>Transformación de los estados físicos y químicos de un objeto.</b>	a. Cambiar un estado de agregación de un objeto, concentración de densidad, grado de flexibilidad, temperatura.
<b>36</b>	<b>Transición de fase</b>	a. Implemente un efecto desarrollado durante el cambio de fase de una sustancia. Por ejemplo, durante el cambio de volumen, durante la liberación o absorción de calor.
<b>37</b>	<b>Expansión térmica</b>	a. Use la expansión o contracción de un material por calor. b. Use varios materiales con diferentes coeficientes de expansión térmica.
<b>38</b>	<b>Uso de oxidantes fuertes</b>	a. Reemplace aire normal con aire enriquecido. b. Reemplace aire enriquecido con oxígeno. c. Trate al aire o al oxígeno con radiaciones ionizantes. d. Use oxígeno ionizado.
<b>39</b>	<b>Medio ambiente inerte</b>	a. Reemplace el ambiente normal con uno inerte. b. Lleve a cabo el proceso de vacío.
<b>40</b>	<b>Materiales compuestos</b>	a. Reemplace materiales homogéneos con materiales compuestos

---



