

Técnicas de Creatividad Aplicadas al Diseño de Productos

DEMOSTRACIÓN DEL CONTENIDO



Se presenta a continuación algunas de las páginas que conforman este **Curso**, **“Técnicas de Creatividad Aplicadas al Diseño de Productos”**, a título de ejemplo, que permiten conocer cómo se desarrolla el contenido del mismo antes de tomar la decisión de continuar con él.

Tema 1

Proceso Tecnológico como Marco General de la Creatividad

1.- Conceptos de ciencia, tecnología e ingeniería

- 1.1.- Concepto de ciencia
- 1.2.- Concepto de tecnología. Evolución
- 1.3.- Concepto de ingeniería
- 1.4.- Relación Ciencia – Tecnología - Ingeniería

2.- De la necesidad al producto. Las etapas del proceso productivo

- 2.1.- Introducción
- 2.2.- Investigación básica
- 2.3.- Investigación aplicada
- 2.4.- Desarrollo tecnológico
- 2.5.- Innovación
- 2.6.- Fabricación
- 2.7.- Venta, uso y servicios
- 2.8.- Reutilización y eliminación

3.- De la necesidad al producto: innovación y competitividad

- 3.1.- Innovación y empresa
- 3.2.- Innovación y sociedad
- 3.3.- Innovación y desarrollo
- 3.4.- Innovación y creatividad

4.- De la necesidad al producto: el desarrollo industrial sostenible

- 4.1.- La insostenibilidad del modelo de desarrollo actual
- 4.2.- La tecnología apropiada
- 4.3.- Características de la nueva producción industrial

1.2. Concepto de tecnología

1.2.1. Definición

En cuanto al concepto de Tecnología puede aceptarse para la misma la siguiente definición: “Acción deliberada del Hombre sobre la Naturaleza, tendente a cambiar la naturaleza misma”.

Esta acción deliberada puede ir desde lo más simple, como puede ser cambiar la posición de piedras para formar una pared, hasta lo más complejo, como construir y poner en otro planeta una nave espacial.

De hecho la naturaleza modificada es la huella propia del ser humano. La presencia de una piedra pulida o lazqueada es el signo de la existencia de sus humanos primitivos, una prueba irrefutable para los arqueólogos.

Por medio de la acción tecnológica el ser humano crea una sobrenaturaleza, haciendo que sobre la Tierra existan cosas que antes no existían (con todo el ser humano no es creador, es sólo “recreador”)

Analizando un poco más esta definición pueden descubrirse algunas características propias de la tecnología:

- La acción tecnológica descansa sobre el conocimiento científico, pero solo se interesa por él en la medida que le sea útil. (Realización en base al conocimiento)
- La tecnología presenta una doble dimensión, es “bidimensional”. En efecto no solo implica conocimientos (en el contexto científico) sino también “maneras de hacer”, de ejecutar las acciones.
- La tecnología es fuertemente multidisciplinar puesto que cualquier acción tecnológica implica la puesta en práctica de conocimientos de muy diversas ramas del saber.
- La tecnología nunca puede ser determinista en la medida que el objetivo de toda acción tecnológica está definido de antemano. Se trata de buscar y estructurar los medios para llegar a tal fin dentro de las múltiples opciones posibles.

1.2. Concepto de tecnología

1.2.1. Definición

La tecnología es poco dogmática y no exige del rigor y el formulismo de la ciencia. La tecnología busca la utilidad, la distinción entre factores relevantes de otros que no lo son (las manifestaciones de los fenómenos naturales a escala de uso). Esto implica que la acción tecnológica nunca responde a un modelo único, y en consecuencia, que la necesidad del discernimiento y la toma de decisiones es una característica esencial de las personas que la ejecutan.

La tecnología se desarrolla por el Hombre y para el Hombre y en este sentido puede considerarse esencialmente “humana”.

La acción tecnológica “procesa” (modifica) los materiales, la energía y la información, para obtener productos e, inevitablemente, desechos.

Aquí la palabra “procesamiento” incluye dos aspectos diferenciados: el tipo de operaciones a ejecutar (cambios de forma de sólidos, cambios de disponibilidad de la energía, desarrollo de software, etc.) y los modos de ejecución de las operaciones: manualmente, asistidamente, automáticamente, controlada automáticamente con sistemas retroalimentados y cibernéticamente con toma automática de decisiones complejas.

Obviamente cualquier modificación de la Naturaleza requiere el concurso de energía, así como la disponibilidad de la necesaria información.



1.2. Concepto de tecnología

Ejemplo

Cuando un automovilista circula en su vehículo junto a una montaña rojiza que contiene mineral de hierro y junto a un pozo de petróleo crudo ha de saber que su sofisticado vehículo no es el más que un trozo de esa tierra y unos cuantos barriles de ese petróleo, convenientemente procesados, utilizando una información acumulada por los técnicos durante muchos años

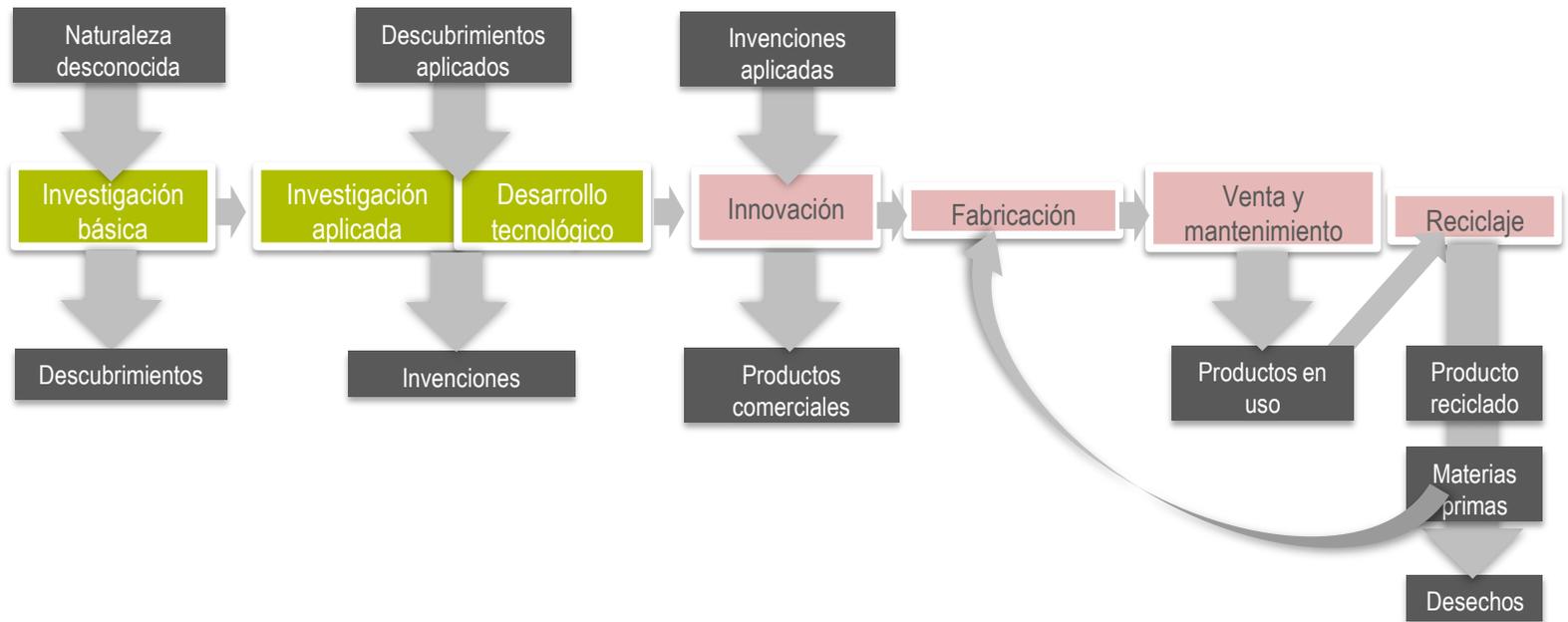


Esquema1. Evolución de la tecnología

2.1. Introducción al proceso productivo

Si se analiza el conjunto de actividades que discurren desde el conocimiento de la naturaleza hasta la aplicación de tales conocimientos para satisfacer necesidades humanas es fácil reconocer un conjunto de actividades diferenciadas como son:

- Investigación básica
- Investigación aplicada y desarrollo (que comprende actividades de diseño tecnológico y diseño industrial)
- Innovación
- Fabricación
- Venta
- Uso y mantenimiento
- Reciclaje y/o eliminación



Esquema4. Introducción al proceso productivo

2.2. Investigación básica

Tiene como objeto el conocimiento científico, la comprensión de la naturaleza y de los fenómenos naturales en condiciones naturales o modificadas. (Conocimiento teórico o empírico).

- Sus resultados son “descubrimientos”. Como tales son únicos y universales.
- Se desarrolla principalmente en las Universidades y Centros de Investigación.
- Sus actores son en primer lugar científicos y en segundo lugar técnicos de alto nivel. Los recursos públicos son los que suelen impulsar esas investigaciones.
- Es difícilmente planificable.
- Sus resultados se miden por el número y nivel de las publicaciones científicas.

Ejemplo de investigación básica científica

Conocimiento de la estructura de la materia. (descubrimiento de los electrones)

Ejemplo de investigación básica tecnológica

Invencción de nuevos materiales (la fibra de carbono)

(En la medida que la investigación básica científica se basa en experimentos y estos requieren aparatos y equipos para llevarlos a cabo, es evidente la gran conexión entre estas actividades y las posteriores. En suma, lo que se va a exponer a continuación no puede considerarse como las etapas de un proceso lineal, sino un proceso con múltiples realimentaciones)

2.3. Investigación aplicada

Tiene como objetivo conseguir un fin predeterminado, conocido.

- Su resultados son, normalmente, “invenciones” y como tal son diversos, dependiendo del país, época, autores, etc.
- Además tales resultados no son públicos y se encuentran normalmente protegidos los derechos de propiedad intelectual de los inventores y de propiedad industrial de los financiadores.
- Se desarrolla en Centros e Institutos Tecnológicos y en menor medida en las Universidades, por personal primordialmente técnico de alto nivel y otros.
- Se presta a su planificación.
- Es la más conveniente para países en desarrollo.
- Exige grandes necesidades de recursos económicos tanto públicos (directos e indirectos) como privados.
- Sus resultados se miden por el número de patentes publicadas y ejecutadas

Ejemplo

Aplicación de electrones acelerados en la cura del cáncer.

Ejemplo

Aplicación de la fibra de carbono a la construcción de palas de aerogeneradores.

2.5. Innovación

Se trata del conjunto de actividades mediante las cuales las empresas asumen productos procedentes de la investigación aplicada (invenciones) y el correspondiente desarrollo tecnológico y los modifican o actualizan con vistas a su fabricación y posterior introducción en el mercado. En este contexto la innovación supone pasar de un prototipo precomercial a otro comercial.

La innovación también cabe en los planos de organización de la producción, organización de ventas, etc.

- Sus resultados son empresas más competitivas por la vía de disponer de nuevos productos, equipos, procesos, organización, mercados, etc.
- En esta fase entran en juego técnicos de diversos tipos (ingenieros, diseñadores industriales, empresarios, economistas y otros).
- El capital es exclusivamente privado.
- Sus resultados se miden por resultados empresariales positivos

Ejemplo

Una (o varias) empresa asume la tecnología del acelerador lineal con vistas a su introducción en sus líneas de producción.

Ejemplo

Una (o varias) empresa asume el procedimiento automatizado de fabricación de palas, para su futura producción.

3.1. Innovación y empresa

La **innovación** es el conjunto de actividades mediante las cuales las empresas asumen los nuevos productos y servicios procedentes de las labores de I+D previas para pasar a su fabricación y posterior introducción en el mercado.

La **innovación** es, pues, la explotación industrial de una invención.

La **innovación** puede referirse a nuevos productos y/o servicios, a nuevos procesos de fabricación (equipamientos), a nuevos sistemas de organización (de la producción o de la empresa), etc.

La **innovación** es importante para la empresa, pues mejora el valor de sus productos (calidad, identidad, ecosostenibilidad), mejora las técnicas de fabricación, genera nuevos productos y servicios, expande los mercados y mejora la comercialización, mejora los sistemas de gestión y control, etc. En resumen, mejora su competitividad.

La capacidad de un sector para competir en mercados globales no depende tanto del precio de sus productos como del valor de los mismos y este valor solo puede alcanzarse a través de procesos de innovación.

La **Innovación** es un proceso complejo, interactivo e incierto. No es un proceso uniforme (puede variar sustancialmente de una zona a otra, de un país a otro), ni puede acometerlo una empresa por sí sola, ni los resultados son seguros.

El nivel de innovación de una empresa se mide por el incremento de beneficios y de su competitividad.

El nivel de desarrollo tecnológico de un institución, centro o empresa se mide por sus inversiones en I+D)

3.4. Innovación y creatividad

La innovación implica en muchos casos la modificación y adaptación de las invenciones, lo que supone elevadas exigencias de **creatividad** en los encargados de acometerla. Estas exigencias de creatividad son cruciales en el paso de un prototipo precomercial a otro comercial, listo para su fabricación e introducción en el mercado.

No debe confundirse la creatividad con la innovación (cosa que ocurre con mucha frecuencia), especialmente en el campo de la tecnología.

En efecto, pueden existir ideas creativas muy brillantes pero que nunca pasarán a constituirse en una innovación, en un producto en el mercado. (La innovación implica muchas tareas adicionales a la pura creatividad, tales como fabricación, gestión de la misma, marketing, mercados, organización, etc. Lo que si ocurre es que muchas de estas tareas afectan directamente al propio “acto creador”, lo condicionan y lo redirigen)

En resumen, puede afirmarse que la creatividad es condición necesaria para la innovación, pero no suficiente.



En resumen, puede afirmarse que la creatividad es condición necesaria para la innovación, pero no suficiente.

4.3. Características de la nueva producción industrial

Basándose en el concepto de tecnología apropiada pueden definirse los rasgos más importantes de una “nueva producción industrial” en el marco de un desarrollo sostenible global:

- 1º Una fabricación de productos mucho más selectiva pensando más en su “utilidad” que en su “consumo”
- 2º Empleo más intenso de materiales reciclables con vistas al ahorro de minerales y de energía.
- 3º Uso intensivo de las tecnologías de fabricación informatizadas, lo que permite la producción “a medida” y “cerca del consumidor”.
El hecho de que diseño y fabricación se han convertido en partes totalmente separadas en los procesos de fabricación brinda oportunidades a ciertas zonas del planeta donde la fabricación no es posible (por carencia de materias primas o por la lejanía a los puntos de consumo de los productos acabados) para participar en la fase de diseño (fase en la que la disponibilidad de personal cualificado, las buenas condiciones de vida y la conexión telemática total son factores esenciales), así como en la fase de construcción y ensayo de prototipos.
Esta situación permite, por otra parte, la aparición de pequeñas industrias con personal altamente cualificado, con alto componente tecnológico, flexibles en cuanto a la producción, en contacto directo con el cliente, competitivas frente a los grandes complejos industriales tradicionales. En ellas el factor “formación” en general, y para la “creatividad” en particular, prevalece sobre el de materias primas o energía. Este tipo de empresas permiten pasar de una producción masiva unificada a otra producción, también masiva, pero diversificada, a medida del cliente, con sello de identidad y calidad propios, y en ello basan su competitividad.
- 4º Necesidad de desarrollar toda una nueva “tecnología apropiada” para su aplicación en zonas de bajo nivel de desarrollo en el marco de un desarrollo sostenible planetario. En este contexto las industrias relacionadas con la explotación de las energías renovables, la producción de agua potable, la producción de alimentos seguros, el transporte racional, etc., alcanzan especial relevancia, sin olvidar todas aquellas relacionadas con la formación, el ocio, la salud, la cultura, etc.

Tema 2

Tecnología y diseño

1.- Introducción

1.1.- Generalidades

2.- De la artesanía tradicional al diseño industrial

2.1.-El diseño artesanal

2.2.- El diseño industrial

3.- Del diseño integrado a la artesanía tecnológica

3.1.- El diseño integrado

3.2.- La artesanía tecnológica

La generación de nuevos productos es la respuesta a nuevas necesidades humanas, a la aparición de nuevos materiales y de nuevas técnicas de fabricación, a las oportunidades y posibilidades de los nuevos descubrimientos científicos y especialmente en el mundo actual a los problemas derivados de la insostenibilidad del modelo de desarrollo actual.

A lo largo del tiempo la tecnología entendida como “modificación de la naturaleza” ha tenido varios nombres: primero se llamó “artesanía” y “artesanos” a los que la practicaban; luego se llamó “ingeniería” (en sus múltiples ramas) y “arquitectura”, e “ingenieros” y “arquitectos” a los que la practicaban; finalmente al irse extendiendo la tecnología a otros terrenos no incluidos ni en la ingeniería ni en la arquitectura tradicionales aparece el concepto de “diseño”, denominándose “diseñadores” a los que la practican.



En este curso se adoptará la palabra “diseñador” por su mayor generalidad y en su aplicación al diseño de productos se adoptará el término de “diseñador tecnológico”

2.1. El diseño artesanal

El primer modificador de la naturaleza, el primer “tecnólogo”, el primer “diseñador”, el “primer creativo”, fue el “artesano”.

En la artesanía todo el proceso productivo queda englobado en un solo acto. La concreción de la necesidad, el diseño y la construcción se realizan conjuntamente.

La evolución de los objetos artesanales se efectúa por un proceso de tanteo, de acierto y error, y conduce a diseños concretos y también a discordancias manifiestas.

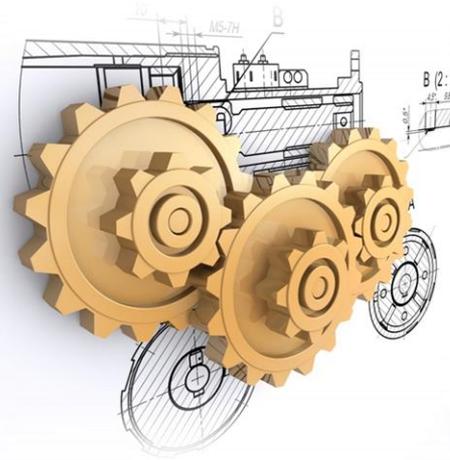
La información que disponen los nuevos artesanos se halla incorporada en el propio producto y también en forma de recuerdos, casi siempre inexactos, transmitidos por los “maestros artesanos” a sus aprendices (a veces la información –fragmentada- se “almacena” y transmite en forma de modelos –secciones transversales y otras-)

En la artesanía los datos de un diseño no se transmiten en forma codificada (planos y prescripciones de diseño y fabricación) por lo que cualquier cambio sobre el diseño original requiere experimentar sobre el propio producto y a la larga puede conducir a la pérdida de los diseños originales.



2.2. El diseño industrial

El segundo paso en la evolución del diseño lo significó el uso generalizado de los dibujos como paso previo, e independiente, de la fabricación del objeto.



Esta diferenciación entre pensamiento y fabricación de manos de los planos y dibujos supuso un importante salto cualitativo y tuvo importantísimas consecuencias entre las que cabe mencionar:

El “acto de diseño” y el “acto de fabricación” podían separarse en el tiempo y en el espacio.

La fabricación puede trocearse, dividirse en diferentes partes, de manera que pueden llevarse a cabo por varias personas.

El diseño “dibujado” permite acometer objetos de gran tamaño (como un barco o un avión) imposibles de “manejar” por un artesano (o incluso por un grupo de estos)

Estos grandes productos son “troceados” y los planos estandarizados permiten transferir la información entre diversos diseñadores y entre estos y los fabricantes.

Así mismo todos los participantes en el diseño y fabricación del producto tienen una completa y constante “visión” del producto total.

2.2. El diseño industrial

La división del trabajo que posibilita el dibujo permite aumentar la productividad (un producto que para un artesano le supondría varios días, el dividirlo en componentes estandarizados que pueden ser fabricados simultáneamente y en lo que se tarda pocos minutos, permite multiplicar la producción por muchos enteros)



La concreción de un diseño mediante un dibujo da al diseñador un mayor “campo perceptual” de manera que este puede “ver” y “manipular” el diseño como una concepción total, facilitándole la introducción de cambios drásticos en el mismo.

(Los cambios no quedan constreñidos ni por el conocimiento parcial ni por los costes de las modificaciones, como le ocurre al artesano)

La utilización de simples instrumentos de dibujo para efectuar un diseño permite al diseñador predecir las repercusiones que la alteración de la forma de una parte produce sobre el todo o la trayectoria de las partes móviles, etc.

3.2. La artesanía tecnológica

La separación entre el proceso de diseño y el de fabricación que supuso el gran avance del diseño industrial (y posteriormente su ampliación al diseño integrado) vuelve a desaparecer de la mano de las potentes herramientas actuales de diseño y fabricación asistidas por ordenador y ello tanto en productos más o menos simples como en productos o sistemas complejos.

Estas herramientas permiten pasar de la idea al producto, y del producto a la idea, tal como se realiza en el diseño artesanal tradicional, en un solo acto, sin salir del “taller de diseño y fabricación”. (Ya existen impresoras 3D de sobremesa capaces de fabricar todos los componentes de un producto complejo usando materiales cada vez más próximos a los reales y que pueden ensamblarse conformando el producto final)

Se trata, pues, de una nueva modalidad de la artesanía convencional, la “artesanía tecnológica” o “artesanía tecnificada”.



Lo más trascendental de esta situación es que hace posible el paso de una producción masiva “unificada” (productos idénticos) a una producción también masiva pero diversificada (productos diferenciados).

(La automatización del diseño y cálculo de los componentes de un producto a partir de su diseño conceptual y la existencia de máquinas de producción robotizadas, en las que los cambios en su modo de operación solo suponen cambios en su programación, permiten tal producción diversificada)

Tema 3

El proceso creativo y sus Actores

1.- Introducción

1.1.- introducción

2.- Concepto y definición de creatividad

2.1.- Concepto semántico de creatividad

2.2.- Enfoques del concepto de creatividad

2.3.- Definiciones de la creatividad

3.- Actividades mentales involucradas en el proceso creativo

3.1.- Generalidades

3.2.- Actividades de análisis

3.3.- Actividades de síntesis

3.4.- Actividades de evaluación

3.5.- Relación entre las diferentes actividades

4.- Actividades conceptuales implícitas en el proceso creador

4.1.- Introducción

4.2.- Método de ensayo y error (caja negra)

4.3.- Método de relaciones percibidas (caja transparente)

4.4.- Selección del método

5.- Las etapas (y técnicas) del método de caja transparente

5.1.- Introducción

5.2.- Formulación inicial

5.3.- Descomposición del sistema en subsistemas

5.4.- Divergencia

5.5.- Transformación

5.6.- Convergencia

6.- Características de las personas creativas

6.1.- Rasgos generales de las personas creativas

6.2.- Factores indirectos que facilitan la creatividad

6.3.- Bloqueo de la creatividad en las personas

La investigación aplicada conduce normalmente a una invención y los mecanismos y procedimientos mediante las cuales esta invención es asumida por la empresa y puesta en el mercado es la innovación.

Las invenciones pueden ir desde aquellas que pueden considerarse radicales (innovación radical) hasta otras que solo suponen pequeñas modificaciones respecto de los productos que ya se encuentran en el mercado (innovación incremental), siendo esta últimas las más usuales.

(El automóvil actual no es el resultado de una innovación radical sino de la acumulación de muchas innovaciones incrementales a la largo de los últimos 100 años)

Los mecanismos y procedimientos mentales mediante los cuales los individuos generan una invención constituyen la creatividad (crear algo que no existía con anterioridad).





La palabra “creatividad” tiene la raíz latina “creare” que significa crear, engendrar, pero su definición es prácticamente imposible dada la polisemia del término y que además su interpretación depende del momento histórico y las circunstancias de todo tipo que lo conforman.

Según la Real Academia de la Lengua de España en su primera acepción creatividad es la “facultad de crear” y en su segunda acepción la “capacidad de creación”. Como sinónimos se encuentran términos tales como inventiva, imaginación, concepción, etc.

Fundamentalmente la definición de la creatividad contempla tres enfoques claramente diferenciados:

- La creatividad como proceso
- La creatividad como atributo de la persona
- La creatividad como producto (tangible o intangible)

3.1.- Generalidades

En la medida que mediante acciones creativas los seres humanos generan problemas sobre si mismos y sobre la naturaleza en su conjunto, nuevas acciones creativas son necesarias para afrontarlos y superarlos, en una cadena de acción – reacción creativa que no tendrá fin mientras el ser humano perviva sobre La Tierra.

Mas en concreto la creatividad de los seres humanos se basa en cuestionarlo todo, en no admitir nada como definitivo, en buscar la diversidad, en ver los problemas desde ópticas muy diversas, en la conversión del pensamiento a imágenes, etc.

El proceso creador contiene siempre tres actividades conceptualmente diferenciadas aunque casi nunca se lleven a cabo independientemente unas de otras: **Actividades de análisis, de síntesis y de evaluación..**



3.1.- Actividades de análisis

El análisis es el proceso mediante el cual se llega al conocimiento de un producto o sistema.

La información se extrae mediante una observación metódica e inquisitiva del producto en función del conocimiento concreto que se desea obtener (visión unidimensional) o desde diferentes perspectivas (visión multidimensional).

Para realizar el análisis de un producto ha de disponerse de algún procedimiento o método para su ejecución racional, y además, profundos conocimientos de tales sistemas (conceptos tecnológicos y posibles materializaciones de los mismos) que permitan la identificación de subsistemas, componentes y atributos que componen el objeto del análisis. (Obviamente no se puede analizar un producto si no se tienen conocimientos sobre la composición de este es decir, los subsistemas que lo componen si se trata de un producto complejo, las funciones que realizan, los elementos que componen cada subsistema, etc.)

En el análisis de un producto un mayor nivel de conocimientos implica una mayor capacidad analítica, y viceversa.

En la realización de un proceso de análisis han de considerarse tres aspectos: el producto o sistema objeto del análisis, el sujeto que efectúa el análisis y el método (o estrategia) de análisis.

Los sistemas objeto de análisis pueden considerarse como un conjunto de elementos (componentes) en interacción que tienen la función de cubrir una necesidad.

Estos sistemas poseen un conjunto de propiedades que facilitan su análisis:

- Son jerarquizables.
- Son parcialmente descomponibles. (Se pueden dividir en subsistemas)
- Están en equilibrio con el entorno.
- Tienen atributos funcionales, estructurales, de valor, estéticos, etc.

4.1.- Introducción

En el proceso creador pueden distinguirse dos mecanismos mentales de acción (métodos de pensamiento) para llevarlo a cabo: método de ensayo (o de caja negra) y error y método de relaciones percibidas (o de caja transparente).



4.2.- Método de ensayo y error (caja negra)

En este caso gran parte de la actividad creadora se desarrolla en el subconsciente del **diseñador de manera que este no controla el proceso** (la mente del diseñador es una caja negra).

Las ideas surgen como “por casualidad”, como fruto de las fases previas de preparación y de incubación.

En la mente del diseñador se sucede una búsqueda heurística de soluciones mediante la liberación de sus inhibiciones mentales. Cuando la idea salta del subconsciente al consciente el diseñador la somete a un análisis para comprobar su validez.

CAJA NEGRA*Técnicas de ensayo y error*FASES

1. **Percepción de la necesidad** o foco del diseño
2. **Preparación** (búsqueda y evaluación de información).
3. **Incubación** (se fija la idea de un nuevo diseño y se buscan soluciones a nivel de subconsciente)
4. **Iluminación e inspiración** (Constituye el paso de la idea de un nuevo diseño (o las ideas) del nivel del subconsciente al consciente y generalmente ocurre de forma repentina)
5. **Trabajo consciente sobre las ideas surgidas**, Una vez que el diseñador tiene la idea de un nuevo diseño ya puede transferirla a dibujos, croquis, planos, instrucciones, etc., sobre los cuales puede desarrollar al análisis, las evaluaciones y modificaciones consecuentes hasta llegar al producto final.

APLICACIÓN

Diseños sencillos

4.3.- Método de relaciones percibidas (caja transparente)

En este método de trabajo la **creatividad tiene lugar a nivel consciente.**

El **diseñador controla y dirige el proceso creador** (conoce lo que ocurre en su mente, de ahí el nombre de “caja transparente” o “caja de cristal”)

El pensamiento del diseñador queda “**exteriorizado**” y por tanto el diseño está basado más en un proceso racional, explicable, que en consideraciones “**místicas**”.

CAJA TRANSPARENTE*Técnicas de relaciones percibidas*FASES

1. Percepción de la necesidad a cubrir (fijación del foco del diseño).
2. Concreción de la idea de un nuevo diseño, es decir, su definición y sus objetivos generales
3. Búsqueda y evaluación de la información relacionada con el nuevo diseño, tal como estado del arte
4. En el caso del diseño de productos o sistemas complejos descomponerlos en partes más sencillas (subsistemas) que puedan ser más “manejables” por el diseñador en las subsiguientes etapas de proceso creador mediante la aplicación de alguna técnica de las técnicas de análisis
5. Utilizando diferentes técnicas de creatividad proponer soluciones (con mayor o menor grado de innovación) para las partes y para el conjunto, a través de recorrer una serie de etapas donde se mezclan las actividades creativas con las de evaluación y las de análisis
6. Finalmente someter a evaluación y verificación todas las soluciones factibles encontrados y seleccionar aquella que se lanza al mundo

APLICACIÓN

Diseños complejos

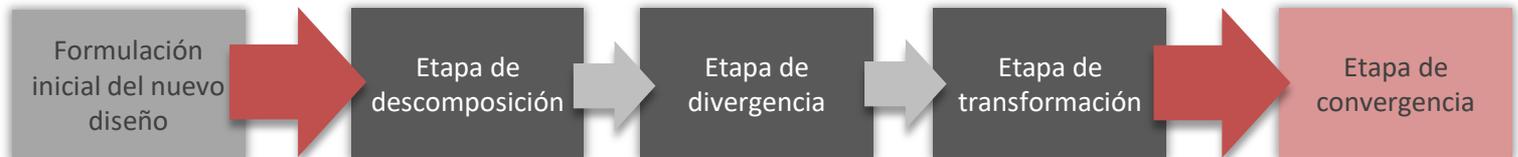
5.1.- Introducción

En el proceso creador basado en el método de las relaciones percibidas (caja transparente o diseño “externalizado”) pueden definirse un conjunto de etapas claramente diferenciadas y para cada una de ellas existen múltiples técnicas para acometerlas (en este documento no se exponen todas las existentes por ser tarea imposible o de poca utilidad para los fines que aquí se persiguen)

Básicamente son cinco las etapas directamente relacionadas con el proceso creativo:

- **Formulación inicial** de la idea de un nuevo producto
- **Descomposición del producto** o sistema imaginado en subsistemas más simples
- Proposición de múltiples soluciones conceptuales (topológicas) para materializar la idea (**divergencia**)
- Transformación de las soluciones imaginadas de acuerdo a las evaluaciones pertinentes de las mismas buscando su factibilidad (**transformación**)
- Selección de entre todas las soluciones factibles aquella que se lance al mundo (**convergencia**)

LAS ETAPAS DEL PROCESO CREATIVO DE CAJA TRANSPARENTE



Tema 4

Particularidades del diseño de productos o diseño tecnológico

1.- Introducción

1.1.- Introducción

2.- La complejidad del diseño de productos

2.1.- Generalidades

2.1.- Las etapas del proceso de diseño de productos

3.- Las etapas del proceso de diseño de productos

3.1.- Generalidades

4.- Características específicas del diseñador de productos

4.1.- Generalidades

5.- Otros actores del diseño de productos

5.1.- Generalidades

Al hablar de diseño de producto se refiere a aquellos que tienen realidad física, material, en todas sus formas y aplicaciones (los que podrían denominarse “productos tecnológicos”).

Así puede hablarse de productos simples, como un cepillo de dientes, hasta otro complejo como un automóvil o un puente colgante. El primero consta de dos elementos básicamente, el mango y las cerdas, mientras que los segundos se componen de miles de elementos.

También pueden agruparse los productos en dos categorías:

- los que carecen de partes móviles
- los que comprenden una o varias partes móviles, con diferentes grados de complejidad.

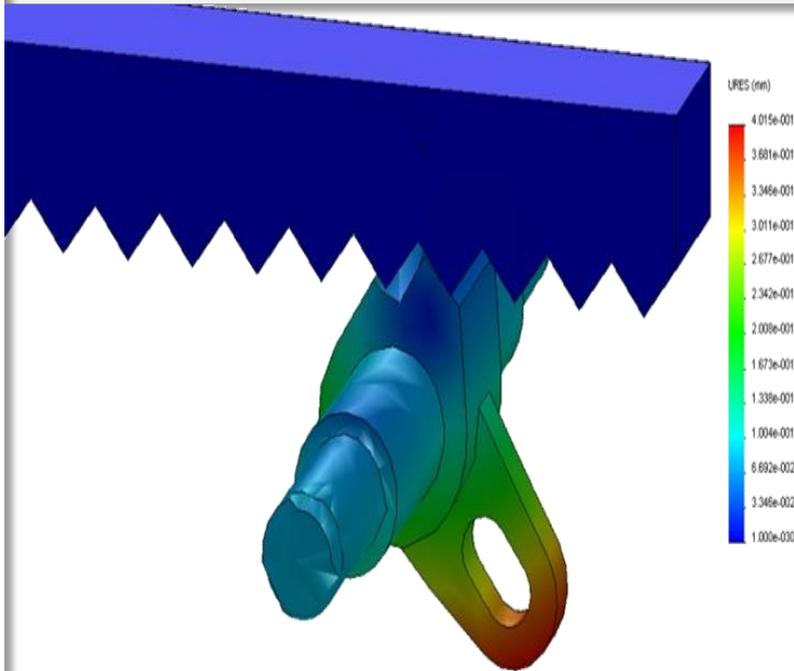


Como ejemplos de lo señalado anteriormente un bolígrafo es un producto simple que contiene varios elementos móviles, mientras que un automóvil es un producto complejo que contiene cientos de componentes móviles. El puente colgante, por el contrario, a pesar de su complejidad carece de elementos móviles.

De lo anterior se deduce una clasificación de los productos tecnológicos en tres “categorías”:

- Productos **simples**, con partes móviles o no.
- Productos complejos con partes móviles o “**máquinas**”.
- Productos complejos sin partes móviles o “**estructuras**”.

2.1. Generalidades

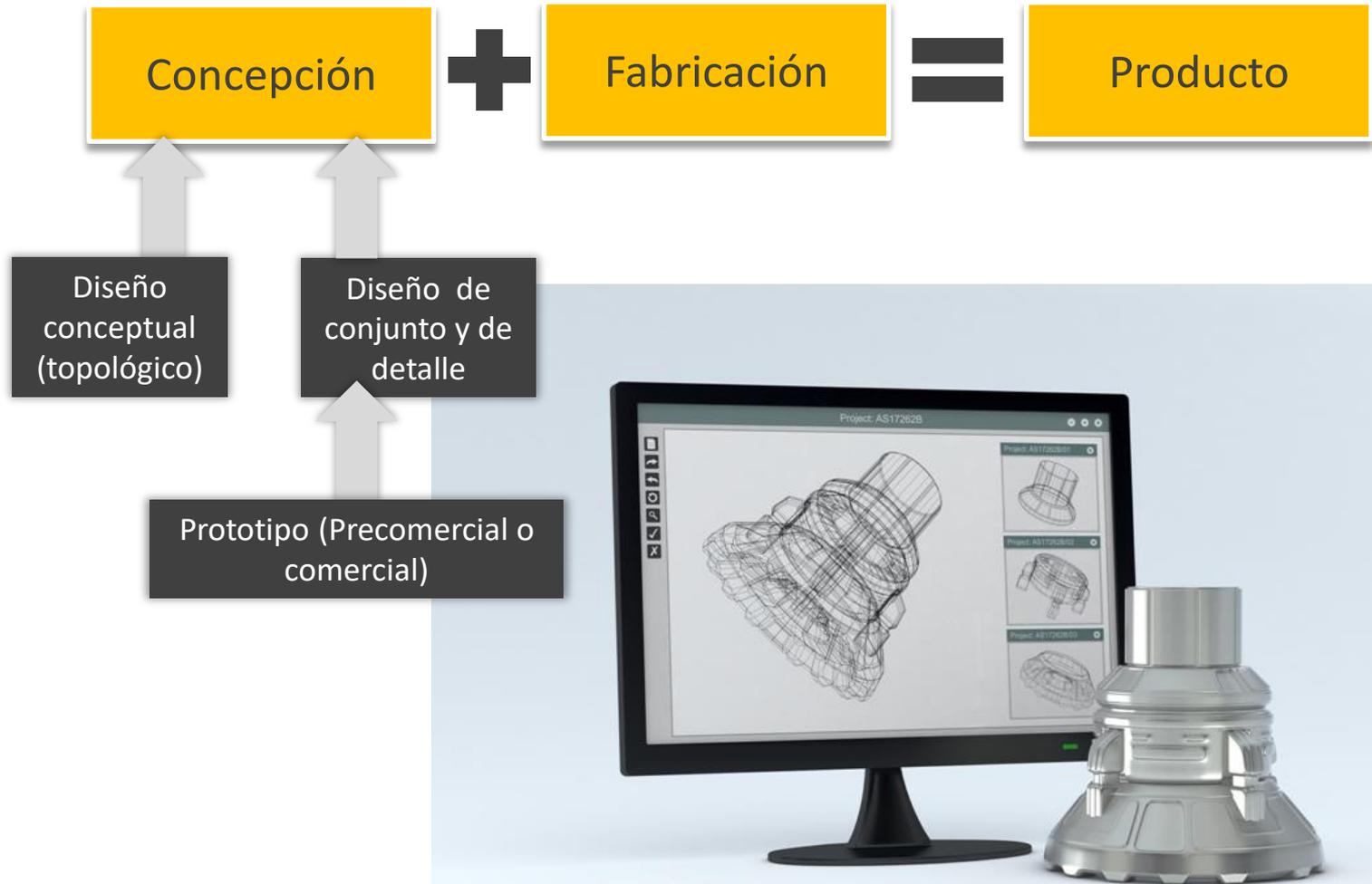


El diseño de productos (diseño tecnológico) no solo comporta actividades relacionadas con el diseño en términos topológicos o conceptuales (**diseño conceptual – concept design**) sino que en muchos casos involucra otros muchos aspectos relacionados con cálculos resistentes de los diferentes componentes, con análisis cinemáticos y dinámicos de los mecanismos y componentes móviles e incluso con la necesidad de fabricar prototipos (con múltiples propósitos), con la necesidad de incorporar sistemas y componentes eléctricos, electrónicos y fluidos, etc. (**Diseño de conjunto y de detalle – detail and embodiment design**)

Todo ello imprime al diseño de productos una gran complejidad.

Esta complejidad se traslada a la labor del diseñador tecnológico, al cual se le exigen capacidades que van más allá de las implícitas en toda persona creativa, al sumar a estas las derivadas del dominio de las técnicas ingenieriles relacionadas con el diseño y cálculo de mecanismos y componentes mecánicos, sistemas eléctricos y electrónicos, conocimientos de técnicas de fabricación, etc.

Finalmente también hay que considerar que en el diseño tecnológico intervienen otros muchos actores, que de forma más o menos directa interaccionan con el propio diseñador tecnológico. Son sus “interlocutores” y de sus relaciones con ellos dependerá, en gran parte, el éxito del nuevo diseño.



3.1. Generalidades

El diseñador tecnológico, en su proceso creador, actúa, simultáneamente, como una caja negra (dentro de su cerebro ocurren una serie de acciones que producen el misterioso salto creativo -diseñador “mago”-), como una caja de cristal (en su interior ocurren una serie de procesos conscientes y racionales -diseñador “ordenador”-), y como sistema “autoorganizado” (capaz de encontrar atajos en un terreno desconocido)

Desde el punto de vista de las capacidades puestas en juego, además de las generales de toda persona creativa el diseñador tecnológico ha de tener reforzadas muchas de ellas, al tiempo que otras nuevas aparecen relacionadas con la faceta constructiva.

Así, pueden mencionarse las siguientes capacidades:



3.1. Generalidades

Capacidad para investigar y experimentar (sobre situaciones, objetos y problemas técnicos)

(Investigación de necesidades, invención e innovación en los componentes, equipos y procesos; experimentación sobre componentes, equipos y sistemas, investigación sociológica e histórica con relación a la tecnología, etc.)

Esta característica requiere del diseñador tecnológico un gran conocimiento de la tecnología y la ingeniería (conceptos tecnológicos); elevados conocimientos en materias científicas básicas (matemáticas, física, químicas, etc.) y materias económicas; elevada capacidad de análisis; facilidad de comunicación de sus ideas; facilidades de relación con otros técnicos, constructores y usuarios; sensibilidad ante los problemas del entorno y la detección de nuevas necesidades y oportunidades; un subconsciente altamente productivo en términos de creatividad e invención, con amplio dominio de técnicas de creatividad, etc.

Capacidad para analizar racionalmente sistemas tecnológicos complejos.

Esta capacidad requiere elevados conocimientos de la tecnología y la ingeniería (conceptos tecnológicos); dominio de técnicas de análisis en ingeniería (cinemático, dinámico, estructural, eléctrico, térmico, etc.); etc.

Capacidad para la confección de modelos de la realidad, utilizando herramientas científico-técnicas.

Dominio de los principios matemáticos, físicos y químicos; conocimientos en los principios en que se basa las máquinas, equipos y sistemas; identificación de operadores; etc.

Capacidad para construir (o saber como se hace) y fabricar objetos y sistemas técnicos.

Esta capacidad supone conocer como se usan las herramientas y las máquinas (sus posibilidades y limitaciones), así como los diferentes sistemas de fabricación (fundición, sinterizado, prototipado rápido, etc.); como se usan los instrumentos de ensayo y verificación; como se pueden realizar los montajes y desmontajes de sistemas complejos; conocer las normas de seguridad; etc.

4.1. Generalidades

En el diseño tecnológico intervienen otros muchos actores, que de forma más o menos directa interaccionan con el propio diseñador tecnológico. Son sus “interlocutores” y de sus relaciones con ellos dependerá, en gran parte, el éxito del nuevo diseño.

Y no solo eso, en muchos casos son fuente de nuevas ideas de diseño para el propio diseñador.

Entre ellos cabe considerar:

Proponentes:

Son las personas que proponen la idea de un nuevo diseño producto y que la eleva al promotor y al diseñador.

Normalmente el proponente será el propio diseñador, o algún miembro de su equipo si lo hubiera, pero también puede serlo cualquiera de los otros actores (el promotor, el productor, compradores, usuarios, operadores o cualquier otra persona).

**Promotores:**

Son los impulsores de un proyecto de diseño desde los puntos de vista económicos y financieros, principalmente.

Pueden considerarse el soporte económico del proyecto, lo cual es especialmente relevante en proyectos de diseño que culminen en la fabricación y puesta en el mercado de un nuevo producto resultante de las labores de diseño.

En muchos casos desconocen el complejo proceso que el diseño encierra así como la influencia sobre el mismo de otros actores, por lo que las relaciones con el diseñador pueden ser difíciles.

(En ciertos casos el promotor puede ser el propio diseñador o la dirección de la empresa para la que trabaja).

Tema 5

El entorno del diseño de productos

1.- Introducción

1.1.- Introducción general

2.- Posibles compradores y usuarios (target)

2.1.- Generalidades

3.- Requerimientos del diseño para futuros compradores y usuarios

3.1.- Generalidades

4.- Condiciones de operación del nuevo producto

4.1.- Generalidades

5.- Situación de los productos de la competencia

5.1.- Generalidades

6.- Estado del arte

6.1.- Generalidades

3.1. Generalidades

Requerimientos de fiabilidad y disponibilidad:

Reparabilidad, mantenibilidad, diagnosticabilidad, disponibilidad, etc.

Requerimientos de seguridad:

Posibilidad de causar accidentes, gravedad de los accidentes (para la producción y para los usuarios), etc.

Requerimientos medioambientales:

Impactos sobre el medioambiente (humos, residuos, etc.) e impactos del medioambiente sobre el producto (efectos de lluvia, por ejemplo)

Requerimientos de tiempo:

Servicio rápido de entrega, rapidez de reparación, etc.

Requerimientos económicos:

Coste de adquisición, costes de operación, costes de mantenimiento, valor residual, etc..

También son importantes los ***requerimientos de compradores, intermediarios, montadores y vendedores***, debiendo considerarse aspectos tales como:

Fácil transporte, fácil almacenamiento, alto tiempo de almacenamiento, sencilla demostración, documentación de apoyo adecuada, sencillez de montaje, que sea atractivo (display, botones, etc.).

4.1. Generalidades

Condiciones técnicas de uso:

- Tipo y cantidad de energía precisa para el uso del producto
- Exigencia (dependencia) de otros productos y equipos para su uso
- Exigencias de mantenimiento en cuanto a recambio de componentes, reparación in situ o en talleres especializados, necesidad de herramientas especiales, necesidad de personal especializado, etc.
- Costes de las operaciones de mantenimiento

Condiciones de fabricación:

- Necesidad de maquinaria especializada (desarrollos)
- Necesidad de materiales especiales

**Condiciones de transporte y montaje:**

- Exigencias de transportes especiales
- Exigencia de personal especializado en el montaje
- Exigencia de herramientas y equipos especializados para el montaje

**Condiciones legales y administrativas:**

- Existencia de ordenanzas que limiten el uso del producto
- Condiciones administrativas para la venta e implantación del producto
- Exigencias de permisos especiales (continuo o temporal)

**Condiciones de los usuarios:**

- Uso libre del producto sin formación o condicionantes previos
- Uso limitado a personal técnico no especializado
- Uso restringido a personal técnico especializado



5.1. Generalidades

El conocimiento amplio de los productos similares que ya existen en el mercado y que son producidos por empresas que constituyen la competencia es fundamental a la hora de abordar el proyecto de nuevos productos que van a operar en un mercado abierto.

Es una tarea que el diseñador tecnológico puede realizar bien por sí mismo (por su propio equipo de diseño) o en muchos casos a través de empresas especializadas, pero en ambos casos es importante conocer como los usuarios perciben tales productos. (Competition benchmarking)

No se trata solo de saber cuales son los productos de la competencia y sus características, sino también como los usuarios los perciben.

Las fuentes de información utilizadas pueden ser:

- Los propios productos de la competencia
- Información comercial: folletos de fabricantes, listas de precios, catálogos de materiales, etc.
- Internet

El análisis de estos productos debe realizarse desde múltiples puntos de vista:

- **Técnico:** Estructura topológica, materiales empleados, proceso de fabricación, modos de operación, exigencias de mantenimiento, consumo energético, etc.
- **Económico:** costes de adquisición, costes de producción, mercado, técnicas de marketing, etc.
- **Operativos:** modos de funcionamiento, accionamientos, display, etc.



Tema 6

Métodos encaminados a formulación inicial de nuevos diseños

17.- A partir entrevistas con potenciales usuarios

18.- A partir de los resultados de ensayos sistemáticos

19.- A partir del método Delphi

20.- A partir de tormentas de ideas (Brainstorming)

21.- A partir de circulación de ideas (Brainwriting)

22.- A partir de la sinéctica

23.- A partir de visiones futuras

1.- Introducción

1.1.- introducción

2.- Concepto y definición de creatividad

2.1.- Descripción del método

2.2.- Ejemplos de aplicación

3.- A partir de los resultados esperados

3.1.- Descripción del método

3.2.- Ejemplos de aplicación

4.- A partir de la investigación de las fuentes de información

4.1.- Descripción del método

4.2.- Ejemplos de aplicación

5.- A partir de la investigación de las fuentes de información

5.1.- Descripción del método

5.2.- Ejemplos de aplicación

6.- Por reformulación de la aplicabilidad en diseños existentes

6.1.- Descripción del método

6.2.- Ejemplos de aplicación

7.- Por intercambio de características entre diseños existentes

7.1.- Descripción del método

7.2.- Ejemplos de aplicación

8.- Por la modificación de los atributos de diseños existentes

8.1.- Descripción del método

8.2.- Ejemplos de aplicación

9.- Por actualización de diseños obsoletos

9.1.- Descripción del método

9.2.- Ejemplos de aplicación

10.- A partir de aplicaciones absurdas

10.1.- Descripción del método

10.2.- Ejemplos de aplicación

11.- A partir de poner en discusión lo obvio

11.1.- Descripción del método

11.2.- Ejemplos de aplicación

12.- A partir del análisis del comportamiento del usuario

12.1.- Descripción del método

12.2.- Ejemplos de aplicación

13.- A partir del análisis de los gustos de los potenciales usuarios

13.1.- Descripción del método

13.2.- Ejemplos de aplicación

14.- A partir de situaciones peligrosas, repetitivas o dificultosas

14.1.- Descripción del método

14.2.- Ejemplos de aplicación

15.- A partir del análisis DAFO de diseños existentes

15.1.- Descripción del método

15.2.- Ejemplos de aplicación

16.- A partir de cuestionarios (a potenciales usuarios)

16.1.- Descripción del método

16.2.- Ejemplos de aplicación

17.- A partir de aplicaciones absurdas

17.1.- Descripción del método

17.2.- Ejemplos de aplicación

18.- A partir de los resultados de ensayos sistemáticos

18.1.- Descripción del método

18.2.- Ejemplos de aplicación

19.- A partir del método Delphi.

19.1.- Descripción del método

19.2.- Ejemplos de aplicación

20.- A partir de Tormentas de Ideas (Brainstorming)

20.1.- Descripción del método

20.2.- Ejemplos de aplicación

21.- A partir de Circulación de Ideas (Brainwriting)

15.1.- Descripción del método

15.2.- Ejemplos de aplicación

22.- A partir de la sinéctica

16.1.- Descripción del método

16.2.- Ejemplos de aplicación

23.- A partir de visiones futuras

17.1.- Descripción del método

17.2.- Ejemplos de aplicación

1.1. Introducción

La primera etapa en el proceso conceptual de diseño de un producto es la formulación inicial del mismo, lo que puede verse desde distintas ópticas: “que cosa desea diseñar”, cual es el centro de atención para un nuevo diseño, cual es la necesidad a satisfacer, etc.

La formulación inicial de un nuevo diseño requiere los siguientes pasos:

1. Seleccionar una idea básica (una necesidad a cubrir) sobre la que se quiere centrar la búsqueda de ideas para formular un nuevo diseño (**foco del diseño**). En algunos casos tal foco no está claramente definido, es difuso, pero debe existir al menos un “área de búsqueda”; en otros casos el foco está mucho más definido, especialmente cuando la búsqueda está inspirada en diseños existentes.
2. Seleccionar la técnica de identificación de nuevos diseños con la que se va a trabajar dentro del amplio conjunto de estas enmarcadas en un proceso de diseño de caja transparente.
3. Aplicar la técnica hasta llegar a una idea de nuevo diseño y su objetivo principal y secundarios.
4. Contrastar la idea alcanzada con el entorno del diseño y en especial con la situación de los productos de la competencia y con el estado del arte asegurándose que la nueva idea supone una innovación real, que podría responder a los requerimientos de los potenciales usuarios y que podría operar en las condiciones externas previstas.
5. A partir de todo ello especificar la formulación inicial del nuevo diseño.

Normalmente esta formulación inicial no será única, de manera que el diseñador debe seleccionar la que considere “más sólida, más estable” (o un grupo de estas) y tener presente que en el transcurso del diseño algunos de los objetivos iniciales pueden verse modificados.

En muchos de los casos el diseñador puede alcanzar múltiples formulaciones iniciales que responden a la misma necesidad o foco del diseño

1.1. Introducción

Los métodos de formulación inicial de nuevos diseños en el marco de la caja transparente son muy diversos. Aquí se expondrán, con ejemplos para su mejor comprensión, los siguientes:

Métodos individuales:

- A partir del marco de operación
- A partir de los resultados esperados
- A partir de la investigación de las fuentes de información
- A partir de la investigación de las inconsistencias de diseños existentes
- A partir de la reformulación de la aplicabilidad de diseños existentes
- A partir del intercambio de características entre diseños existentes
- A partir de la modificación de atributos en diseños existentes
- A partir de aplicaciones absurdas a diseños existentes
- A partir de la discusión de lo obvio
- A partir de la investigación del comportamiento de los usuarios
- A partir de los gustos de potenciales compradores
- A partir de la eliminación de situaciones peligrosas, repetitivas o dificultosas
- A partir de análisis DAFO de diseños existentes
- A partir de entrevistas con usuarios y promotores
- Ensayos sistemáticos
- A partir de Visiones futuras

Métodos grupales:

- A partir del método DELPHI
- A partir de la tormenta de Ideas (Brainstorming)
- A partir de la circulación de ideas (Brainwriting)
- A partir de la sinéctica



Todos los métodos que aquí se exponen aunque presentan enfoques y matices diferentes no son excluyentes entre ellos. Su aplicación puede conducir a resultados similares en muchos casos. La elección de unos u otros dependerá del tipo de problema a abordar y de las preferencias del diseñador.

NOTA:

Todos los métodos expuestos en este capítulo se ilustran con un ejemplo de aplicación referido a un mismo foco de diseño, cual es el diseño de un nuevo tipo de vehículo para la movilidad en el interior de grandes ciudades.

Estos métodos, mas los de descomposición, divergencia, transformación y convergencia aplicados con posterioridad, conducen al diseño conceptual (topológico) de la denominada PLATAFORMA MÓVIL AUTOPROPULSADA MULTIUSO (PMAM)



10.1. Descripción del método

Propósito general

Búsqueda y formulación inicial de nuevo diseño (o la modificación de otro existente) a partir de aplicaciones absurdas de diseños existentes

Permite encontrar nuevas aplicaciones a diseños existentes, pero que implican modificaciones en los mismos

Metodología

-
- 1. Foco del diseño**
 2. Seleccionar los diseños preexistentes sobre los que se desee operar
 3. Suponer que tales productos no sirven para lo que fueron concebidos e imaginar todos los usos posibles alternativos
 4. Analizarlas e identificar entre todas ellas los más viables
 5. Encontrar nuevas ideas de diseño de producto a partir de aplicaciones absurdas de diseños preexistentes
 6. Establecer la formulación inicial incluyendo el objetivo principal y secundario, asegurándose que la nueva idea supone una innovación real

Foco del diseño

El uso de vehículos eléctricos es una tendencia impuesta por un uso racional de la energía (incluyendo las energías renovables) y para evitar los efectos contaminantes de los gases de combustión de los vehículos térmicos. Este último aspecto es crucial para el futuro de la movilidad en entornos urbanos fuertemente contaminados.

Sin embargo estos nuevos vehículos eléctricos siguen las mismas pautas constructivas que los térmicos, tanto en sus formas exteriores como en sus componentes y estructuras internas, a pesar de que su uso mas interesante es la movilidad en el interior de las grandes ciudades, donde la movilidad está fuertemente restringida (limitaciones de velocidad, atascos, etc.)

En particular estos automóviles (y todos) han sido pensados y diseñados para el transporte de personas y mercancías, además de ambulancias, oficinas móviles y otros usos específicos, pero nadie se ha puesto a pensar en otros usos alternativos

En este escenario el promotor pide al diseñador que investigue la posibilidad (y la oportunidad) de diseñar un nuevo vehículo para usos hoy impensados mediante la técnica de aplicaciones absurdas.

10.2. Ejemplo de aplicación

Diseño pre-existente sobre el cual operar

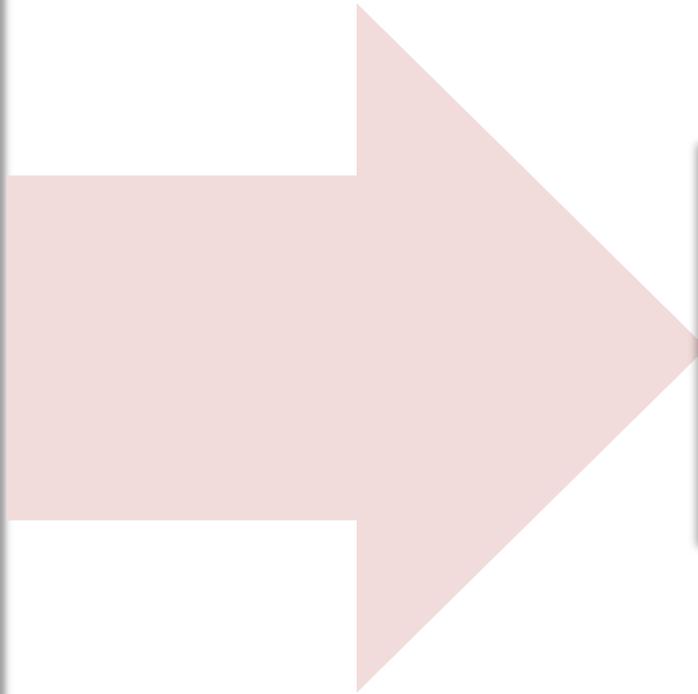
El diseñador elige la plataforma Móvil Autopropulsada Multiuso (PMAM) como el vehículo preexistente sobre el que buscar nuevas ideas de diseño a partir de aplicaciones absurdas

Selección de preguntas absurdas

Si la PMAM no tuviera ruedas ¿para que podría usarse? ¿Podría reconvertirse en un vehículo sobre un colchón de aire? ¿Podría reconvertirse en un barco? ¿Podría circular sobre carriles? ¿Podría reconvertirse en vivienda? ¿Podría reconvertirse en un lugar de reunión? ¿Podría reconvertirse en una mini central energética?

Ideas surgidas para nuevo diseño

De entre todas las ideas surgidas el diseñador centra su atención en la posibilidad de dar un valor añadido a la PMAM convirtiéndola, eventualmente, en una sala de reuniones y juegos móvil para personas que deseen reunirse en lugares alejados y al aire libre.



Formulación inicial del diseño. Objetivos

A partir de las ideas surgidas el diseñador establece como objetivo principal el diseño de una PMAM capaz de ser convertida, eventualmente, en una sala de reuniones y juegos para personas que deseen reunirse en lugares alejados y al aire libre.

(La continuidad de esta idea de diseño, junto con otros más, dio lugar a la denominada “Plataforma Móvil Autopropulsada Multiuso” (PMAM))

Tema 7

**Métodos encaminados a la
descomposición de sistemas
complejos (productos)
en sistemas simples**

1.- Introducción

1.1.- introducción

2.- Método de análisis estructural (SADT)

2.1.- Descripción del método

2.2.- Ejemplos de aplicación

3.- Método de análisis funcional (FAST)

3.1.- Descripción del método

3.2.- Ejemplos de aplicación

4.- Análisis tecnológicos diversos

4.1.- Descripción del método

4.2.- Ejemplos de aplicación

2.1. Descripción del método

En este método el objeto o sistema global se va descomponiendo en subsistemas, y estos en sus componentes de acuerdo al siguiente esquema:

- 1 Identificar y caracterizar al producto (o sistema global) objeto del análisis, sus potenciales usuarios y su relación con el entorno.
(En especial las entradas – por ejemplo, energía – y las salidas - por ejemplo, movimiento de unas ruedas, y los sistemas de control actuantes)

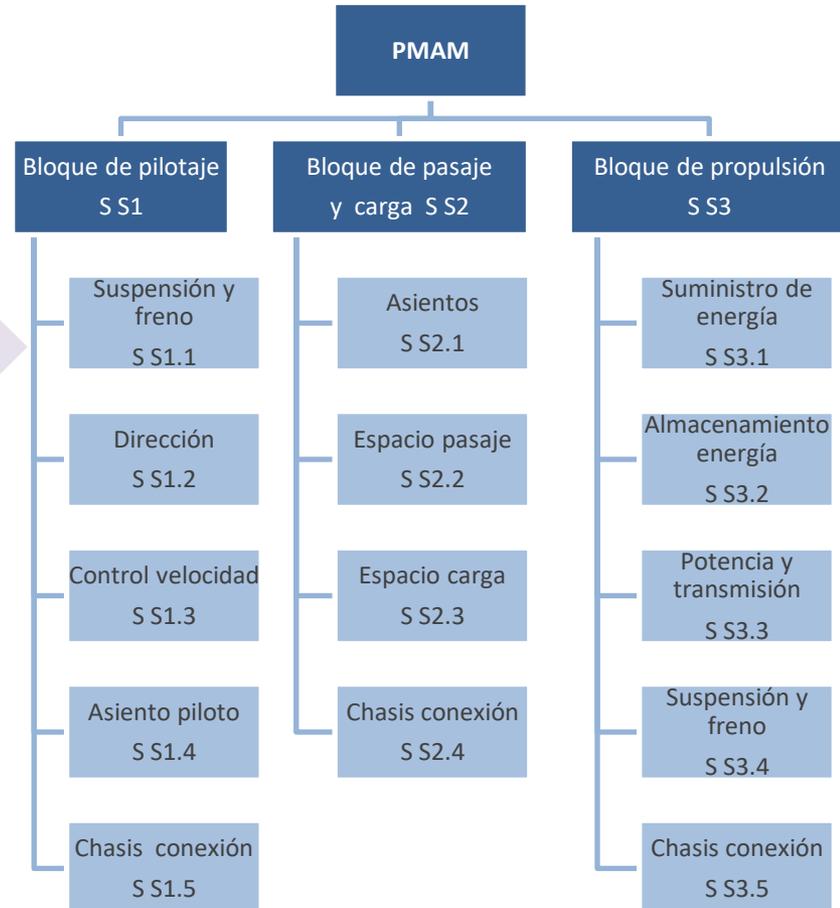
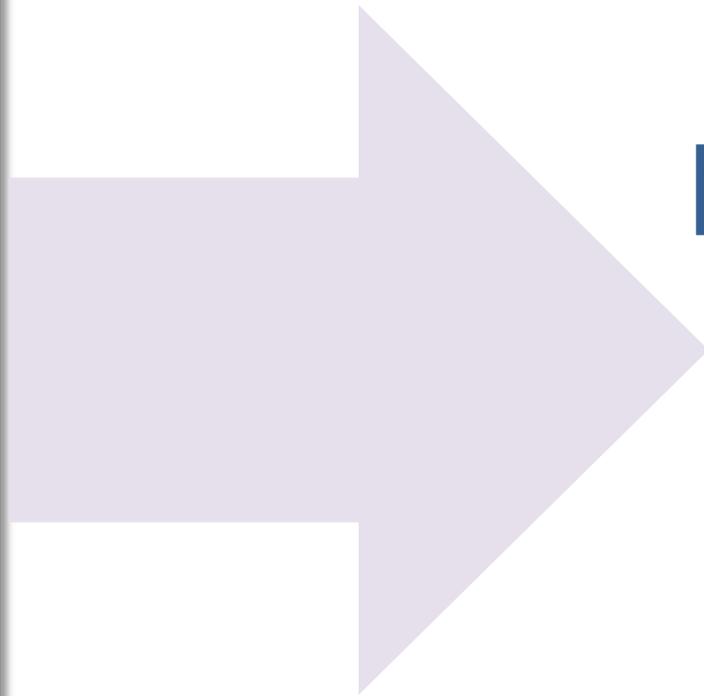


- 2 Descomponer el sistema en subsistemas.
(Los cuales puedan ser estructuralmente independientes)



PLATAFORMA MÓVIL AUTOPROPULSADA MULTIUSO (PMAM)

El esquema muestra los diferentes subsistemas en los que se compone el PMAM desde el punto de vista estructural. (Ha de hacerse notar que esta estructuración se realiza sobre el diseño imaginado, y no sobre el producto real que aún no existe)



Tema 8

Métodos encaminados a encontrar nuevas soluciones de diseño a partir de la formulación inicial (divergencia)

1.- Introducción

1.1.- introducción

2.- Soluciones de diseño mediante cuadros morfológicos

2.1.- Descripción del método

2.2.- Ejemplos de aplicación

3.- Soluciones de diseño mediante lista de atributos

3.1.- Descripción del método

3.2.- Ejemplos de aplicación

4.- Soluciones de diseño mediante trituración

4.1.- Descripción del método

4.2.- Ejemplos de aplicación

5.- Soluciones de diseño mediante uso de palabras clave conexas

5.1.- Descripción del método

5.2.- Ejemplos de aplicación

6.- Soluciones de diseño mediante uso de palabras clave inconexas

6.1.- Descripción del método

6.2.- Ejemplos de aplicación

7.- Soluciones de diseño mediante diagrama de flor de loto

7.1.- Descripción del método

7.2.- Ejemplos de aplicación

8.- Soluciones de diseño mediante intercambio de esquemas

8.1.- Descripción del método

8.2.- Ejemplos de aplicación

1.1. Introducción

La divergencia es la etapa del proceso creador en la que el diseñador imagina posibles soluciones (alternativas) para alcanzar los objetivos definidos en la etapa anterior, fundamentalmente desde el punto de vista topológico (conceptual).

Tales soluciones las aplica sobre el conjunto de subsistemas previamente definidos y posteriormente sobre el sistema (producto) en su totalidad, por lo cual se exige la confección previa de una descomposición del producto o sistema imaginado (idea del nuevo diseño) en un conjunto de subsistemas

En esta etapa se debe alcanzar cuantas propuestas de soluciones topológicas o conceptuales sean posibles, tanta para cada subsistema como para el conjunto de estos.

Tales propuestas deben quedar reflejadas en los correspondientes esquemas, croquis y planos, teniendo cuidado en el uso adecuado de las escalas.

(En el ANEXO B se exponen las diferentes herramientas que el diseñador tecnológico puede aplicar en esta fase)

En este estadio del proceso de diseño las propuestas que efectúe el diseñador no tienen que tener asegurada su factibilidad.



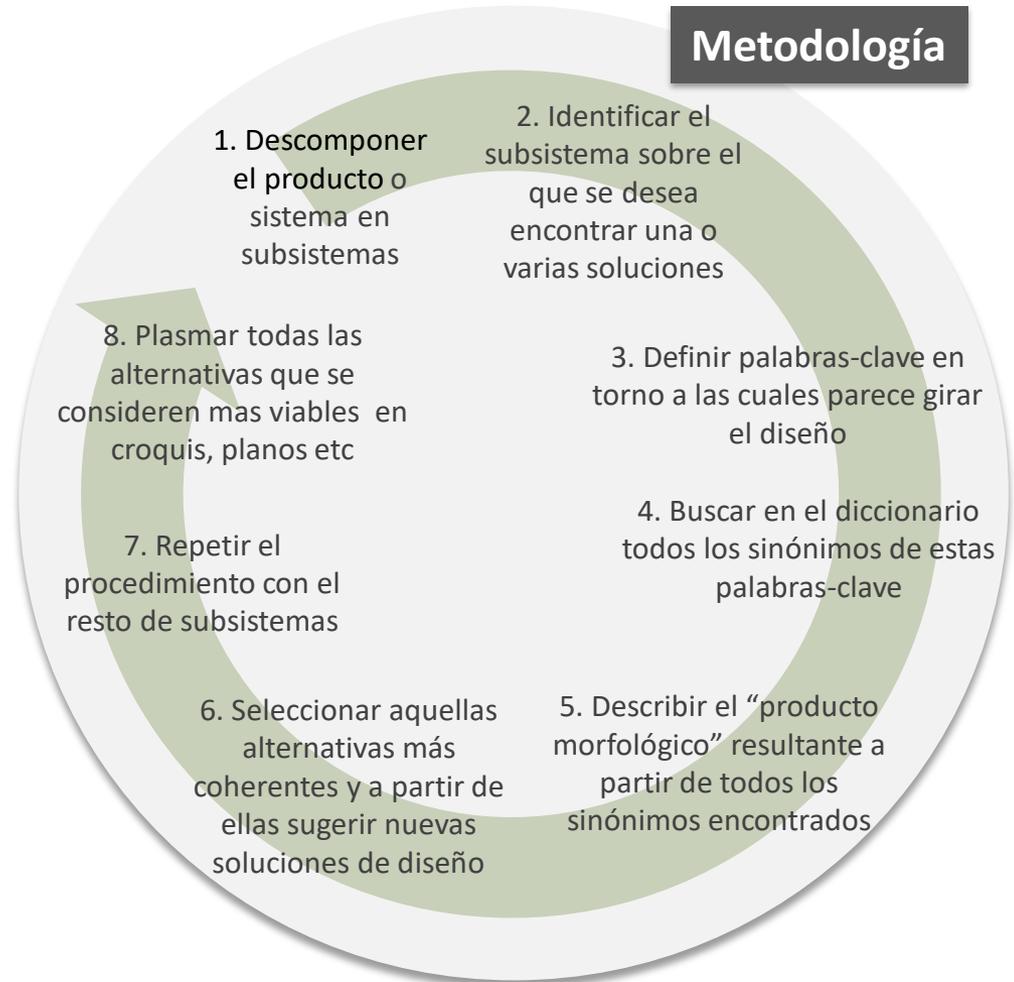
5.1. Descripción del método

Propósito general

Obtención de posibles alternativas de solución topológica para un nuevo diseño de producto (o sistema), conocida su formulación inicial y los objetivos del mismo definidos en la etapa anterior, mediante la ampliación del campo de investigación relacionado con la semántica del diseño y el uso de sinónimos.

Objetivos específicos

- Proponer soluciones topológicas alternativas para los diferentes subsistemas definidos en el producto identificado en la etapa de formulación inicial desde los puntos de vista estructural o funcional (los componentes y su ensamblaje)
- Proponer soluciones topológicas alternativas para el diseño del producto en su conjunto (ensamblaje de todos sus subsistemas)

Metodología

5.1. Descripción del método

- *Puede utilizarse individualmente y en grupo*
- *Requiere una elevada capacidad de análisis (funcional y estructural)*
- *Requiere una elevada capacidad de asociación de ideas*

En la etapa de concreción en un diseño topológico requiere el dominio de técnicas de representación (dibujos, croquis, etc.)

Aplicación

El método es de utilidad en la investigación de nuevas soluciones a sistemas tecnológicos bien definidos (con subsistemas conocidos), pero no es muy útil cuando el sistema, y los subsistemas, sustentan un alto grado de indefinición.

5.2. Ejemplo de aplicación

Subsistema identificado

Del conjunto de subsistemas definidos en el análisis efectuado de la PMAM se han seleccionado los subsistema subsistema “de carga” SS2.3

Palabras clave conexas seleccionadas

Con objeto de encontrar soluciones alternativas para los diferentes componentes del subsistema de carga del PMAM mediante el método de las palabras clave conexas el diseñador selecciona en relación con la palabra “carga” las siguientes:

Transportar *Cargar* *Entrar*
Mover *Conducir* *Facilitar*

Sinónimos encontrados

En un diccionario de sinónimos el diseñador encuentra los siguientes términos:

- Transportar: trasladar, cambiar, mudar, mover, desplazar, portear, acarrear, llevar, traer, trasvasar, emigrar
- Mover: trasladar, desplazar, remover, agitar, batir, menear, activar, impulsar, agilizar, estimular, caminar
- Cargar: embarcar, transportar, acarrear
- Conducir: dirigir, transportar, guiar, encauzar
- Entrar: penetrar, pasar, acceder, ingresar, acometer, atacar
- Facilitar: posibilitar, permitir, simplificar, suministrar

5.2. Ejemplo de aplicación

Producto morfológico resultante

Del análisis de todos estos términos en relación con el subsistema de carga de la PMAM el diseñador encuentra las siguientes sugerencias:

- Cambiar: sugiere modificar la estructura convencional de carga en los vehículos tradicionales; también le sugiere modificar el “concepto tradicional” de vehículo automóvil (por ejemplo, aplicación a otros usos o cargas)
- Trasvasar: sugiere mover los asientos de posición en el interior del subsistema de carga para liberar espacio; a sacarlos del vehículo o introducirlos a voluntad (quitar y poner asientos).
- Batir: sugiere batir record de volumen disponible en el interior de la cabina de carga
- Agilizar: sugiere facilitar la carga y descarga de mercancías
- Acceder: sugiere que la carga y descarga sea de fácil acceso
- Simplificar: sugiere que el subsistema de carga sea sencillo de fabricar, usar y mantener

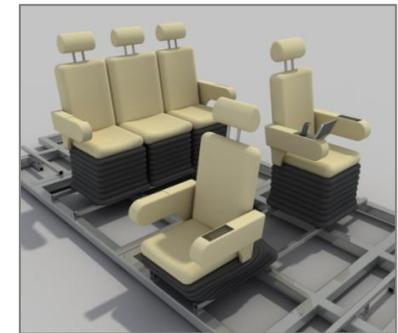
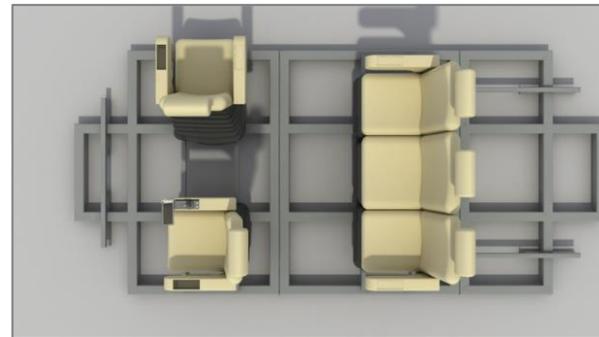
5.2. Ejemplo de aplicación

Alternativas posibles (aceptadas)

De todas estas “sugerencias” el diseñador selecciona las alternativas al diseño del subsistema de carga de la PMAM siguientes:

- Modificar el concepto tradicional de vehículo automóvil aumentando la versatilidad de su uso y en especial la capacidad de carga
- Dar movilidad a los asientos en el interior del vehículo, desplazándolos y girándolos, o en su caso, extrayéndolos, para ampliar la capacidad de carga
- Ampliar las puertas de acceso a prácticamente toda la superficie exterior de la PMAM
- Baja altura, para facilitar la colocación de rampas para la introducción de las cargas, o hacerlo desde la acera

(La continuidad de los trabajos de diseño dio lugar a los asientos del PMAM que se muestran en la figura)



Tema 9

Métodos encaminados a la transformación de los resultados de la etapa divergente

1.- Introducción

1.1.- introducción

2.- Transformación por cambio de límites

2.1.- Descripción del método

2.2.- Ejemplos de aplicación

3.- Transformación por cambio de funciones

3.1.- Descripción del método

3.2.- Ejemplos de aplicación

4.- Transformación por eliminación de interferencias internas entre componentes

4.1.- Descripción del método

4.2.- Ejemplos de aplicación

5.- Transformación por análisis causa-efecto (Diagrama espina de PEZ)

5.1.- Descripción del método

5.2.- Ejemplos de aplicación

6.- Transformación por análisis de valor

6.1.- Descripción del método

3.1. Descripción del método

Propósito general

Obtención de soluciones de diseño factibles a partir de la transformación de diseños previos obtenidos en la fase divergente (u otros existentes) mediante la introducción de cambios en las funciones que los definen (creación de nuevos modelos de comportamiento y demanda).

Objetivos específicos

- Encontrar nuevas alternativas topológicas (estructurales) para los diferentes soluciones de los subsistemas alcanzadas en la etapa divergente como evolución hacia una mayor factibilidad
- Encontrar nuevas alternativas para el sistema global, a partir de las obtenidas para los subsistemas.

Metodología

-
1. Identificar la alternativa de **diseño** preexistente que puede someterse a modificación
 2. Identificar las funciones asociadas del diseño existente (del sistema global y de los subsistemas).
 3. Identificar las funciones que no pueden modificarse (función principal o esencial) de las que si pueden serlo (funciones secundarias o subfunciones).
 4. Identificar los posibles cambios que pueden introducirse en las funciones y que supongan una mejora de la solución de diseño existente.
 5. Aplicar las modificaciones obteniendo las modificaciones funcionales que conduzcan a soluciones más factibles
 6. Asignar a las nuevas funciones los componentes físicos que sean precisos para obtener soluciones topológicas factibles

3.1. Descripción del método



El principal inconveniente es la identificación de funciones que pueden ser modificadas sin que se perturbe la función principal no modificable así como que algunas de las funciones sugeridas carezcan de interés (comercial o de otro tipo)

Aplicación

Alcanza su máxima aplicabilidad en la modificación (radical) de diseños existentes que se encuentran próximos a los límites de su desarrollo.

(O sobre los que gravitan entornos económicos-sociales, tecnológicos o conceptuales muy diferentes a los que había en el momento de su concepción)

3.2. Ejemplo de aplicación

Alternativa de diseño preexistente

Como resultado de la etapa de divergencia aplicada al subsistema de los asientos de la Plataforma Móvil Autopropulsada Multiuso SS2.1 se propuso la siguiente solución:

- Asiento desplazable en dirección longitudinal
- Asiento giratorio sobre un eje vertical
- Brazo abatible
- Respaldo abatible

Funciones asociadas a este diseño

- Soportar las personas sentadas con el máximo confort
- Soportar objetos en los brazos (caja cerrada)
- Facilitar el sentarse debido al giro del asiento y el abatimiento de los brazos

Funciones que no pueden modificarse

El diseñador establece como funciones inmodificables las siguientes:

- Soportar las personas sentadas con el máximo confort
- Facilitar el sentarse debido al giro del asiento

Posibles cambios que pueden introducirse en las funciones

Con posterioridad a la alternativa de diseño expuesta surge la idea de ampliar las funciones del asiento para convertirlo en una cama por lo cual el diseñador decide realizar un proceso de transformación basado en el cambio de la función de los asientos.

3.2. Ejemplo de aplicación

Proceso de transformación

Como resultado de la introducción de esta nueva función se suceden los siguientes cambios en una primera transformación:

- Modificar el ancho de los asientos para que pudieran juntarse
- Modificarse la forma exterior del asiento para que presentara una superficie casi plana
- Modificarse la forma del brazo para que al abatirse formase parte de la cama
- Diseñarse un nuevo mecanismo de bloqueo del brazo, así como de los asientos, para fijarlos en la posición de cama

En una segunda transformación se optó por retirar los brazos para conformar la cama, lo cual exigió añadir un sistema de desplazamiento lateral de los asientos para juntarlos.

Una tercera transformación consistió en el diseño de un cojín de adaptación a colocar entre los asientos, con un mecanismo de fijación, sin tener que desplazar lateralmente los asientos.



Tema 10

Métodos encaminados a la selección de una solución de entre las varias factibles de la etapa de transformación (Convergencia)

1.- Introducción

1.1.- introducción

2.- Selección a partir de conformidad con listas de prescripciones

2.1.- Descripción del método

2.2.- Ejemplos de aplicación

3.- Selección a partir de conformidad con estándares y normativas

3.1.- Descripción del método

3.2.- Ejemplos de aplicación

4.- Selección a partir del análisis de las áreas de decisión interconectadas (AIDA)

4.1.- Descripción del método

4.2.- Ejemplos de aplicación

5.- Selección a partir de la compatibilidad con requerimientos de los usuarios

5.1.- Descripción del método

5.2.- Ejemplos de aplicación

6.- Selección a partir de valoraciones legales de daños causados a los usuarios

6.1.- Descripción del método

6.2.- Ejemplos de aplicación

7.- Selección a partir del análisis del análisis de valor

7.1.- Descripción del método

8.- Selección a partir de la toma rápida de decisiones (Phillips 66)

8.1.- Descripción del método

9.- Selección a partir de los seis sombreros de pensar

9.1.- Descripción del método

6.1. Descripción del método

Propósito general

Selección de la solución más adecuada entre las varias factibles alcanzadas en las fases de divergencia y transformación mediante la valoración de los posibles daños a los usuarios, al propio sistema (producto) o al medioambiente.

Objetivos específicos

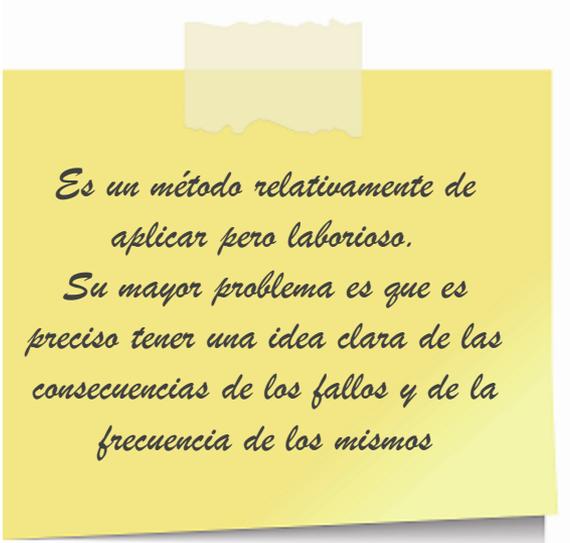
- a) Seleccionar una solución única para un nuevo diseño dentro del conjunto de soluciones factibles.
- b) Describir la solución alcanzada en todos sus detalles topológicos o conceptuales

Es preciso tener una idea clara de las consecuencias de los fallos y de la frecuencia de los mismos

Metodología

1. **Identificar las soluciones** de diseño factibles obtenidas en las fases anteriores
2. Seleccionar la solución de diseño en la que se van a evaluar los posibles daños a las personas en el caso que se produzcan fallos
3. Seleccionar el nivel de daño que el producto pueda causar entre los cuatro valores posibles (ver tabla)
4. Seleccionar la frecuencia de ocurrencia de tales fallos entre los cinco valores posibles (ver tabla)
5. Con los valores anteriores se dispone de la matriz ocurrencia / daño la cual refleja los criterios para la aceptación o el rechazo del sistema evaluado
6. Aplicar los criterios al producto o sistema. Si no es aceptable someterse nuevamente a las etapas de transformación y de divergencia (si fuera necesario)
7. Repetir todos los pasos anteriores para todas y cada una de las alternativas viables alcanzadas
8. Describir la solución alcanzada en todos sus detalles topológicos o conceptuales

6.1. Descripción del método



*Es un método relativamente de aplicar pero laborioso.
Su mayor problema es que es preciso tener una idea clara de las consecuencias de los fallos y de la frecuencia de los mismos*

Aplicación

Se aplica a productos o sistemas en el que existan riesgos para personas, o para el medioambiente, o para el propio sistema o producto (por ejemplo, un fallo catastrófico en una máquina de embotellar refrescos puede arruinar la producción en un periodo del año crítico)

6.1. Descripción del método

Valores

NIVELES DE DAÑO EN EL PRODUCTO

Daño catastrófico	(I)	Muerte de personas, pérdida del producto o sistema, daños irre recuperables sobre el medioambiente
Daño crítico	(II)	Daños severos a las personas, enfermedades laborales graves, grandes daños en el sistema o producto, daños elevados pero reversibles sobre el medioambiente.
Daño marginal	(III)	Daños menores a personas, leves enfermedades laborales, pequeños daños en el sistema o producto, daños medioambientales leves.
Daño despreciable	(IV)	Muy ligeros daños a personas, ninguna enfermedad laboral, daños inexistentes sobre el sistema o producto y sobre el medioambiente.

FRECUENCIA DE OCURRENCIA DE FALLOS

Frecuente	(A)	Posibilidad de que ocurra el fallo con una probabilidad mayor de 10%
Probable	(B)	Probabilidad de que ocurra un fallo durante la vida del producto o sistema entre el 1% y el 10%
Ocasional	(C)	Probabilidad de que ocurra un fallo durante la vida del producto o sistema entre el 0,1% y el 1%
Remoto	(D)	Probabilidad de que ocurra un fallo durante la vida del producto o sistema entre el 0,001% y el 0,1%
Improbable	(E)	Probabilidad menor del 0,0001%

6.1. Descripción del método

Matriz de valores

Frecuencia/daño	(I)	(II)	(III)	(IV)
A	1	3	7	13
B	2	5	9	16
C	4	6	11	18
D	8	10	14	19
E	12	15	17	20

Criterios sobre la aceptación o el rechazo del sistema evaluado

- 1 – 5: inaceptable
- 6 – 9: indeseable
- 10 – 17: aceptable con revisiones
- 18 – 20: aceptable

6.2. Ejemplo de aplicación

Alternativas factibles

Como resultado de las etapas de divergencia y transformación en el subsistema de propulsión SS3.3 y el de dirección SS1.2 se encontraron las siguientes soluciones factibles:

1ª: Ruedas motorizadas y dirección mecánica desde el volante

2ª: Ruedas motorizadas y dirección por motores eléctricos independientes

1ª Solución factible a evaluar

Ruedas motorizadas y dirección mecánica desde el volante

Nivel de daño asignable a esta 1ª solución

Claramente un fallo de este sistema puede conducir a la muerte de personas, por lo que el nivel de daño es el máximo o catastrófico (I)

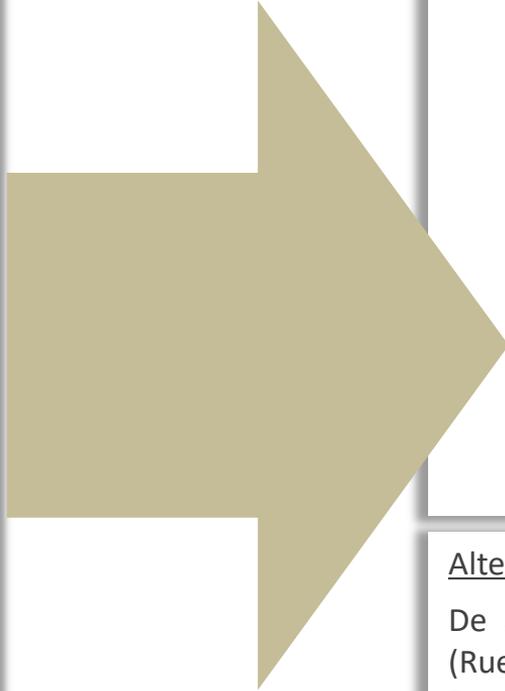
Frecuencia de ocurrencia de fallos en esta 1ª solución

En cuanto a la frecuencia con que se pueden presentar los fallos el diseñador considera que en la dirección mecánica y ruedas motorizadas es improbable (E).

Valor de la matriz de ocurrencia en esta 1ª solución

La tabla de referencia indica un valor de 12, con lo que la solución puede aceptarse con revisiones (en el sistema de dirección)

6.2. Ejemplo de aplicación

2ª Solución factible a evaluar

Ruedas motorizadas y dirección por motores eléctricos independientes

Nivel de daño asignable a esta 2ª solución

Claramente un fallo de este sistema puede conducir a la muerte de personas, por lo que el nivel de daño es el máximo o catastrófico (I)

Frecuencia de ocurrencia de fallos en esta 2ª solución

En cuanto a la frecuencia con que se pueden presentar los fallos considera que en la dirección por motores eléctricos independientes puede ser remota (D).

Valor de la matriz de ocurrencia en esta 2ª solución

La tabla de referencia indica un valor de 8, con lo que la solución es indeseable.

Alternativa seleccionada

De acuerdo a esta metodología debe aceptarse la alternativa 1ª con mejoras (Ruedas motorizadas y dirección mecánica desde el volante) y rechazarse la 2ª. Ruedas motorizadas y dirección mecánica desde el volante

Tema 11

Generalidades sobre el diseño de detalle, de conjunto y para la fabricación

1.- Introducción

2.- Generalidades sobre el diseño de conjunto

3.- Generalidades sobre el diseño de detalle

4.- Generalidades sobre el diseño para la fabricación

5.- generalidades sobre otros factores de diseño

5.1.- Ensamblaje

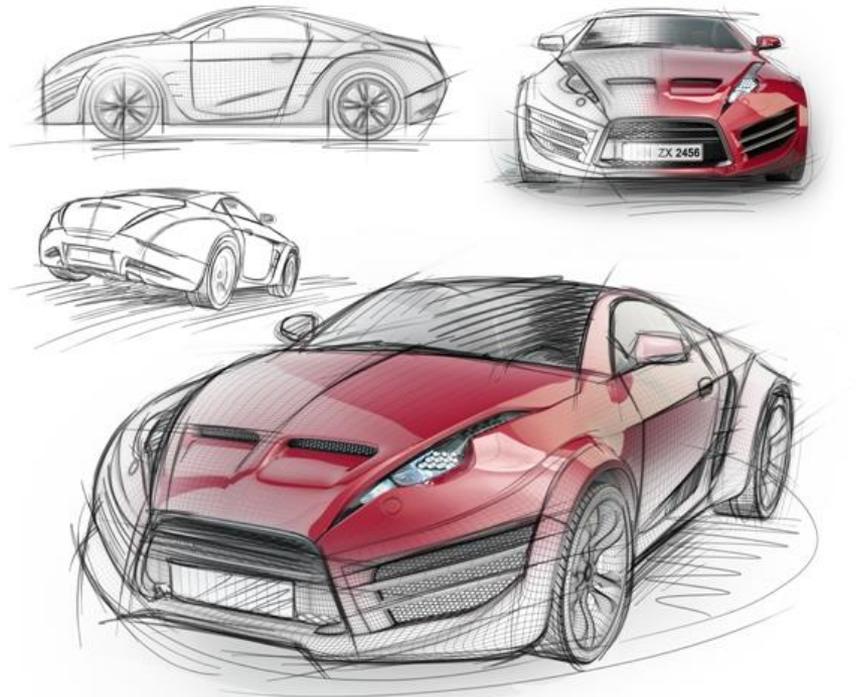
5.2.- Transporte y almacenamiento

5.3.- Fiabilidad

5.4.- Medioambiente

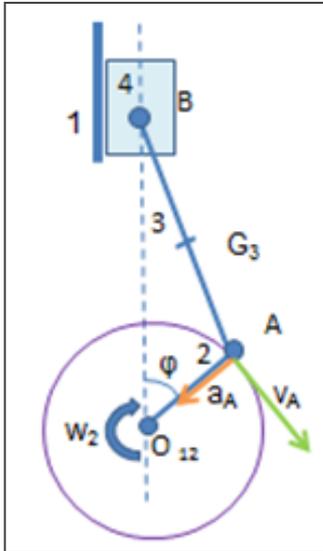
5.5.- Antropometría y ergonomía

En muchos productos tecnológicos como máquinas y estructuras sus diferentes componentes no pueden diseñarse por separado, tanto por razones resistentes (las fuerzas que transmiten unos componentes a otros están relacionadas entre si) como por razones de movilidad en su caso (necesidad de cumplir con trayectorias determinadas, o con velocidades y aceleraciones también exigidas a partes del producto).



En ambos casos, y antes de abordar el diseño de detalle de cada pieza, es preciso realizar un diseño de conjunto, cuestión esta que cae en el ámbito de diferentes ramas de la ingeniería y que obviamente se sale del marco de este curso de diseño de producto.

Un ejemplo basado en el diseño del mecanismo de un motor de explosión, formado por el pistón, biela y cigüeñal (manivela) permitirá entender esta tarea de diseño de conjunto.



Esquema del mecanismo de un motor y en él las velocidades actuantes.

Diseño por razones de movilidad

El mecanismo debe ser diseñado para transformar el movimiento alternativo del pistón en un movimiento circular del cigüeñal.

Además los tamaños del cigüeñal y de la biela deben diseñarse para que las aceleraciones en el pistón no sobrepasen un valor máximo. En esto consiste la síntesis cinemática del este mecanismo.

Los valores alcanzados en la síntesis se comprueban mediante su análisis cinemático

En el ámbito de la ingeniería mecánica la síntesis de mecanismos se aplica a la generación de trayectorias de puntos de miembros, al guiado de miembros en su movimiento (guiado de cuerpo rígido) y a la generación de funciones de movilidad (conseguir un movimiento en un miembro en función del movimiento en otro), utilizando mecanismos planos o espaciales de barras, levas, etc.

También cabe hablar de síntesis cinemática cuando deben diseñarse cajas transmisiones por engranajes, cadenas, correas, etc. de manera que se cumplan ciertas relaciones entre las velocidades de entrada y las de salida.

El diseño de detalle aborda el diseño de todas y cada una de las piezas que componen el producto (con las cuales se forman los miembros, los pares, los mecanismos y finalmente el producto final (a lo cual habría que añadir componentes eléctricos, electrónicos, sistemas de lubricación, etc.)

El diseño de detalle es la respuesta a dos preguntas básicas:

¿QUÉ MATERIAL HA DE EMPLEARSE EN CADA PIEZA?

¿QUÉ DIMENSIONES Y FORMA HA DE TENER PARA QUE RESISTA LOS ESFUERZOS A QUE SE VA A VER SOMETIDO SIN QUE “FALLE” DURANTE SU VIDA ÚTIL?

Evidentemente ambas cuestiones están relacionadas entre si y a su vez con el diseño de conjunto en la medida que algunas dimensiones vienen condicionadas por la síntesis cinemática y los esfuerzos sobre cada miembro por el análisis de los esfuerzos estáticos y dinámicos efectuados sobre el conjunto del mecanismo.



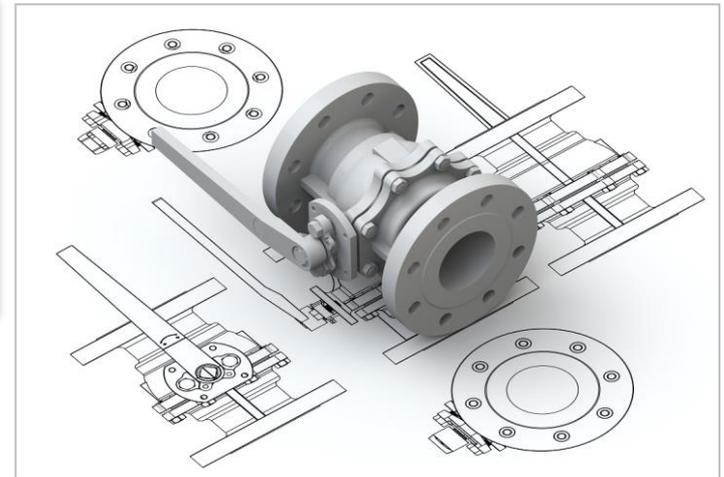
Un aspecto muy importante en el diseño de componentes de productos tiene que ver con la fabricación posterior de los mismos, lo cual no solo incluye el proceso de fabricación en si sino también las herramientas y accesorios involucrados en el propio proceso.

Una pieza diseñada en detalle (forma, dimensiones y materiales) no se puede fabricar con cualquier proceso de fabricación y por el contrario, un proceso de fabricación condiciona el tipo de piezas que con el puede construirse (como puede ser el caso de piezas conformadas por fundición).

De igual manera muchos procesos de fabricación exigen unas formas de las piezas a fabricar de modo que sea susceptible de aplicarlo (por ejemplo, “añadidos” y formas especiales encaminadas a sujetar la pieza a fabricar a la máquina de mecanizado)

También la fabricación de ciertas piezas requiere la previa fabricación de herramientas especiales, moldes, etc. para producción posterior.

En muchos casos se requiere la confección de dibujos y planos para fabricación diferentes a los de diseño. Las nuevas tecnologías CAD/CAM convierten en automático el paso de los planos de diseño a los de fabricación, o mejor, a partir de los planos de diseño se programa, de forma automática, las instrucciones de la máquina de fabricación.



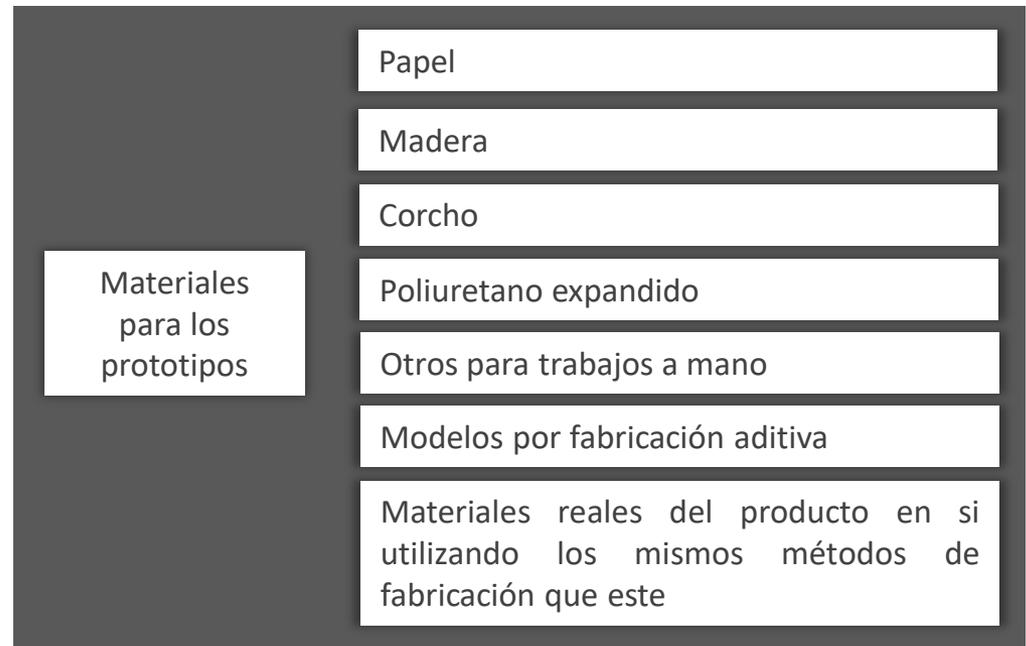
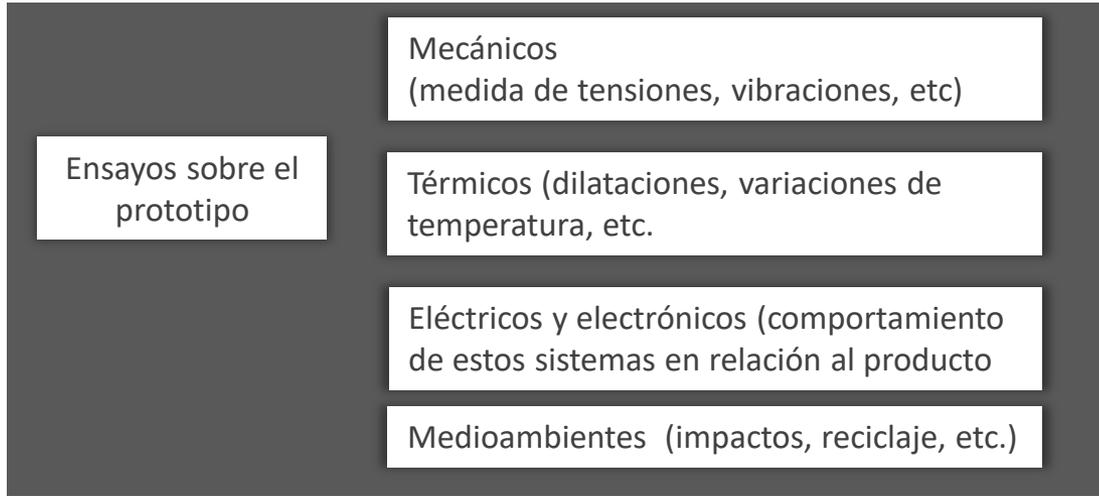
De todo lo anterior se deduce la complejidad de las interacciones entre el diseño y los procesos de fabricación, lo que exige en muchos casos la intervención de especialistas en estas materias, es decir, de ingenieros.

Tema 12

Construcción y evaluación de los prototipos

1.- Introducción

2.- Tipos de prototipos





Prototipos para prueba de concepto

Se centra en la comprobación de la función principal para la que el producto fue diseñado

Comprobar que cumple

Las exigencias de los compradores y usuarios

Las especificaciones generales del diseño.

Se trata de un prototipo para “aprender” y los materiales, el proceso de fabricación e incluso la geometría exacta de sus componentes no tiene mayor relevancia.

Se pueden hacer en papel, madera, plásticos, espuma de poliuretano, etc. o también utilizando juguetes, logos, piezas de mecano, etc.

Tema 13

Ejecución de un proyecto de diseño de producto

1.- Introducción

1.1.- Tipos de proyectos

2.- Etapas en la confección de proyectos de diseño de productos

2.1.- Esquema inicial

2.2.- Esquema detallado

2.3.- Primera etapa. Inicio del proyecto

2.4.- Segunda etapa. Especificaciones de diseño

2.5.- Tercera etapa. Diseño conceptual (Cocept desing)

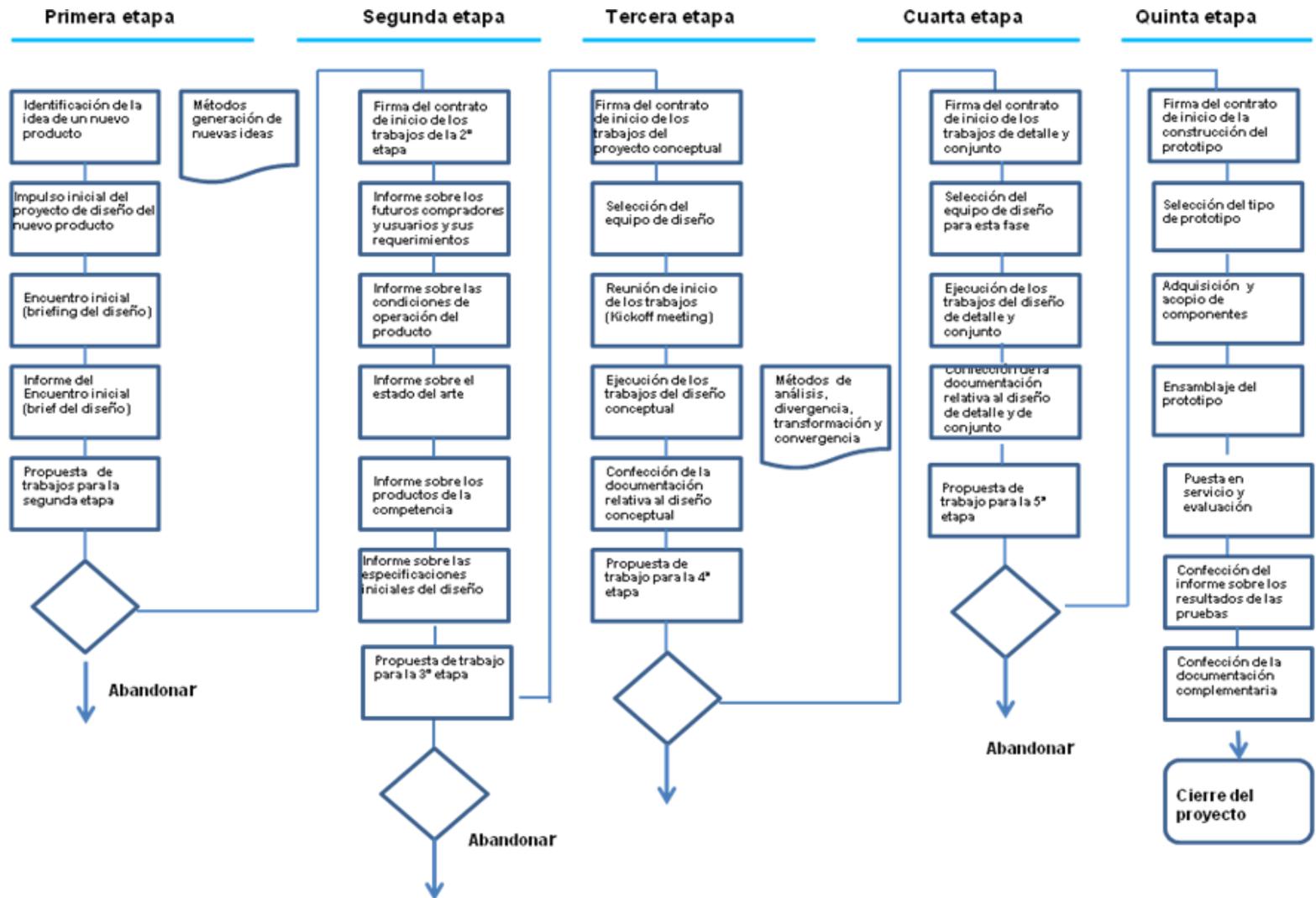
2.6.- Cuarta etapa. Diseño de desarrollo (para fabricación)

2.7.- Quinta etapa. Construcción y evaluación del prototipo

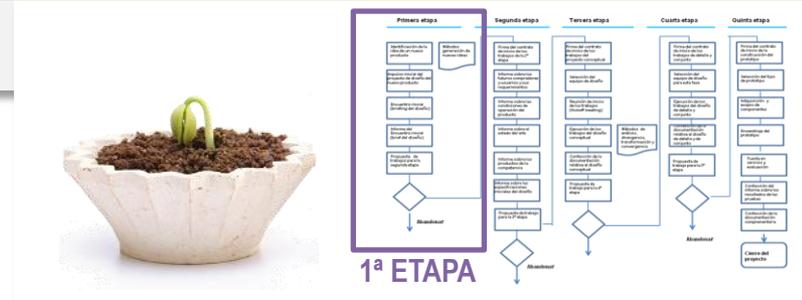
2.8. Conjugación de las etapas: el proyecto global de diseño de productos

2.2. Esquema detallado

La realización de estas cinco etapas de un proyecto de diseño de producto implica una serie de pasos que le confieren una gran complejidad y que en forma sucinta se presenta en el gráfico siguiente



2.3. 1ª Etapa: Inicio del proyecto

**PASO 3:** Encuentro inicial (Briefing del diseño)

Este encuentro inicial debe conducir a una máxima comprensión de la idea inicial por ambas partes y sobre todo permite definir con claridad que tareas incumben al diseñador en las siguientes etapas del proceso de diseño del producto.

Se trata de un encuentro clave, que no debe ser menospreciado o tomado a la ligera, y que debe conducir a la firma entre ambas partes de un **“Contrato de trabajo inicial”**.

En el caso de que la idea provenga del diseñador este puede exigir al promotor la firma de un **“Compromiso de Confidencialidad”** previo a la reunión de trabajo (y lo mismo ocurriría en caso contrario).

Si además existieran dudas sobre la “honorabilidad” de las personas a contactar puede forzarse una reunión previa (**debriefing**) donde se firma el compromiso de confidencialidad.

Para sacar el máximo partido de este “Encuentro Inicial” debe acudirse a él con un guión preestablecido, siendo esta una tarea que normalmente incumbe al diseñador, por lo que todo lo que se expone a continuación será relativo a este (Encuentro Inicial visto desde el lado del diseñador, es decir, este trata de “venderle” su idea al promotor).

A pesar de la existencia de un guión es claro que este nunca puede ser cerrado y que el diseñador debe estar abierto a modificarlo, ampliarlo o reconducirlo como cumple a una reunión abierta entre dos interlocutores que en principio desean escucharse y que no están dispuestos a perder el tiempo. Además, el guión puede ser variable, dependiendo del producto objeto del diseño, de su mercado, etc.

2.5. 3º Etapa: Diseño conceptual (Concept desing)

**PASO 15:** Arranque de los trabajos de diseño conceptual (kick off meeting)

El primer paso para el arranque de un proyecto de diseño conceptual de producto es un encuentro entre todas las partes involucradas en el mismo a escala de ejecución (no intervienen en este encuentro los promotores) para analizar la Propuesta Final de Trabajo (Project Plan) y coordinar las diferentes tareas a ejecutar.

Sirve esta reunión también para realizar pequeños ajustes en la Propuesta Final y cerrar el plan de trabajo.

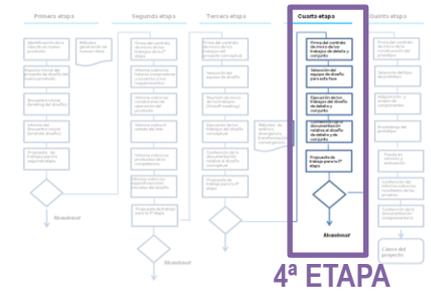
En proyectos de diseño de gran envergadura este encuentro puede constituir la primera vez que los diferentes actores del mismo se encuentran cara a cara, se conocen y establecen entre ellos lazos de colaboración directos.

2.5. 3ª Etapa: Diseño conceptual (Concept desing)

**PASO 18:** Confección de la propuesta de trabajo para la cuarta etapa**Datos generales de partida:**

- Denominación del proyecto y acrónimo
- Nombre del diseñador responsable (o de la empresa)
- Nombre del promotor (o de la empresa)
- Objetivos generales del proyecto (propósitos)
- Condiciones de operación del proyecto
- Descripción de la solución de diseño conceptual seleccionada mediante la memoria, planos, dibujos, infografías, etc.
- Descripción y planificación de los trabajos a ejecutar en esta etapa (Plan Parcial de Trabajo)
- Personal asignado a esta etapa del proyecto dentro de la empresa (o externos)
- Entregables: Diseño de detalle y de conjunto del nuevo producto (mediante memorias, planos de detalle y generales, presentaciones informáticas en 2D y 3D, etc.), además de informes intermedios si así se requiere.
- Hitos de seguimiento de los trabajos o puntos de referencia que permiten conocer la marcha del proyecto (y que pueden coincidir con un entregable o no)
- Cronograma de los trabajos
- Presupuesto del proyecto en esta etapa (diseño de detalle y de conjunto)
- Derechos de propiedad intelectual e industrial que puedan surgir en esta etapa
- Resolución de litigios entre las partes y con terceros
- Diseminación de los resultados de esta etapa (restricciones a la diseminación)
- Cualquiera otros aspectos que el diseñador y el promotor decidan introducir

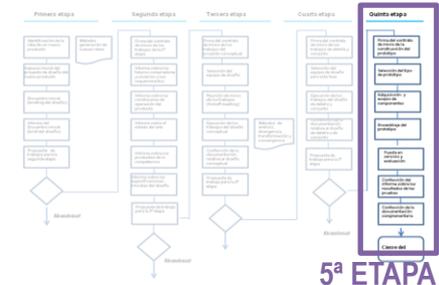
2.6. 4ª Etapa: Diseño de desarrollo (para fabricación)

**PASO 23:** Confección de la propuesta de trabajo para la quinta etapa

4. **Entregables**, en el que además del propio prototipo figuren los protocolos de ensayos, los resultados de las pruebas realizadas, las correcciones propuestas, etc.
5. **Hitos de seguimiento** de los trabajos o puntos de referencia que permiten conocer la marcha del proyecto en esta etapa (y que pueden coincidir con un entregable o no)
6. **Cronograma de los trabajos**
7. **Presupuesto del proyecto en esta etapa** (construcción del prototipo y pruebas y ensayos a efectuar)
8. **Diseminación de los resultados** de esta etapa (restricciones a la diseminación)
9. **Cualquiera otros aspectos que el diseñador y el promotor decidan introducir**

En los **APÉNDICES**
 A, B, C, D, E, G,
 H, I, J y K se
 presenta información
 para la realización de
 este paso 23

2.7. 5º Etapa: Construcción y evaluación del prototipo

**PASO 27:** Adquisición y acopio de componentes

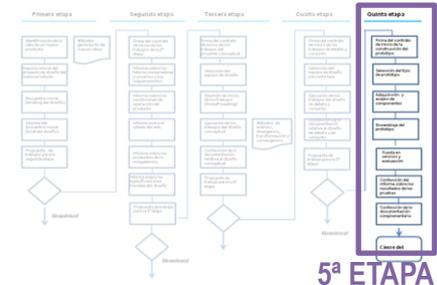
La adquisición y acopio de componentes para la construcción del prototipo puede ser una tarea importante en el caso de productos (sistemas tecnológicos) complejos o con materiales delicados y costosos.

Por tal motivo el diseñador tecnológico debería contemplar las siguientes recomendaciones generales:

- Usar, en la medida de lo posible, **componentes estándar**
- Comprobar que los componentes adquiridos **cumplen** todos los **requerimientos**
- Comprobar varias opciones para seleccionar la de **mejor precio y calidad**
- **Comprobar su estado** en el momento de la recepción (compra condicional)
- Cuidar el transporte y manipulación hasta el almacenamiento para **evitar posibles daños**
- **Cuidar el almacenamiento** hasta el montaje también para evitar posibles daños
- **Cuidar el transporte y manipulación** hasta el punto de montaje
- Comprobar su estado antes del montaje

Cualquier duda sobre el estado de cualquier componente debe resolverse antes de su montaje

2.7. 5º Etapa: Construcción y evaluación del prototipo

**PASO 31:** Confección de la documentación adicional**Manual de fabricación**

En el manual de fabricación el diseñador dejará constancia de todos los datos e instrucciones para la correcta fabricación de todos y cada uno de los componentes del producto diseñado, de acuerdo a los resultados alcanzados en la etapa de construcción y evaluación del prototipo. En este manual se señalarán las listas de materiales, los equipos de fabricación necesarios, etc.

Debe estar redactado y confeccionado en un lenguaje escrito y gráfico comprensible para los técnicos de fabricación en sus diferentes especializaciones.

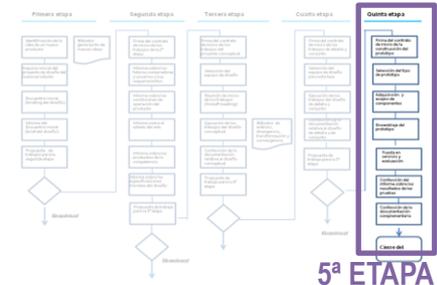
Manual de montaje

En el manual de montaje se mostrará, paso a paso, todo el proceso de montaje de los diferentes componentes y subsistemas, así como estos en el sistema global, y ello tanto para las partes de montaje efectuadas manualmente como aquellas que se efectúan con máquinas y equipos de montaje.

También se hará un listado de los equipos y herramientas necesarias para el montaje, en cada una de las etapas.

Debe estar redactado y confeccionado en un lenguaje escrito y gráfico comprensible para los técnicos y especialistas de montaje, de acuerdo también a sus especialidades.

2.7. 5º Etapa: Construcción y evaluación del prototipo

**PASO 31:** Confección de la documentación adicional**Manual de fabricación**

En el manual de fabricación el diseñador dejará constancia de todos los datos e instrucciones para la correcta fabricación de todos y cada uno de los componentes del producto diseñado, de acuerdo a los resultados alcanzados en la etapa de construcción y evaluación del prototipo. En este manual se señalarán las listas de materiales, los equipos de fabricación necesarios, etc.

Debe estar redactado y confeccionado en un lenguaje escrito y gráfico comprensible para los técnicos de fabricación en sus diferentes especializaciones.

Manual de montaje

En el manual de montaje se mostrará, paso a paso, todo el proceso de montaje de los diferentes componentes y subsistemas, así como estos en el sistema global, y ello tanto para las partes de montaje efectuadas manualmente como aquellas que se efectúan con máquinas y equipos de montaje.

También se hará un listado de los equipos y herramientas necesarias para el montaje, en cada una de las etapas.

Debe estar redactado y confeccionado en un lenguaje escrito y gráfico comprensible para los técnicos y especialistas de montaje, de acuerdo también a sus especialidades.

Apéndice A

Elementos conceptuales utilizados en el diseño de productos

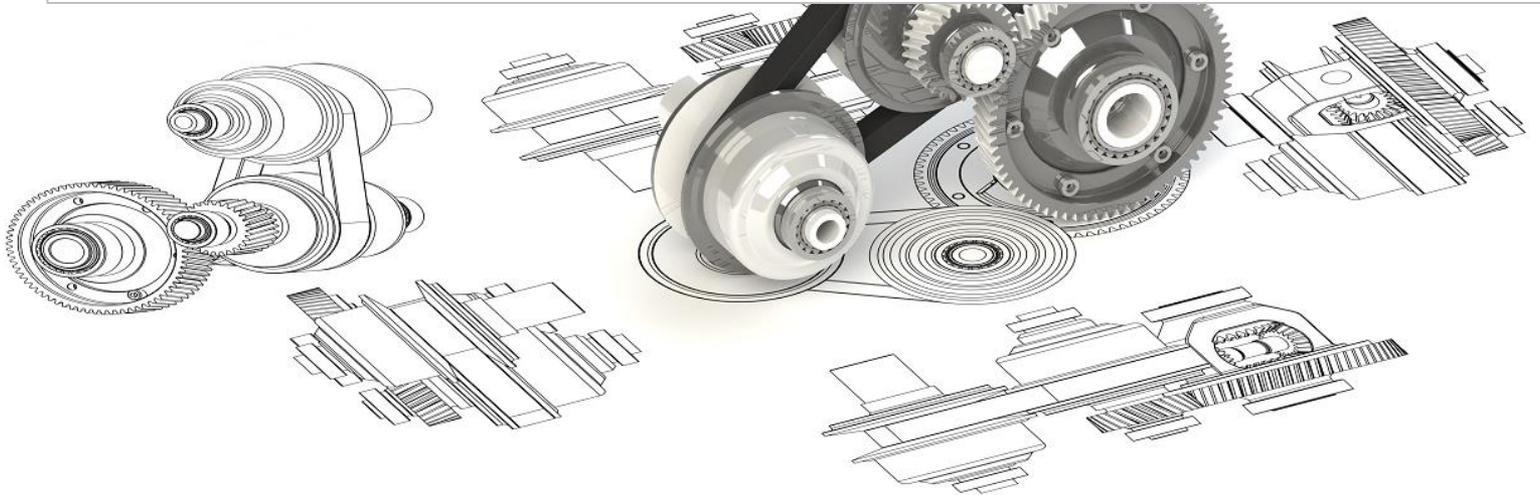
El diseño de productos (como en cualquier otra actividad humana) requieren dos bases: la existencia de “conceptos” y los “lenguajes de expresión”.

(En la comunicación humana habitual los conceptos se representan por palabras y el lenguaje es el oral o el escrito)

Desde el punto de vista “funcional” un concepto tecnológico es una representación abstracta de una función elemental que posibilita la tecnología (es un satisfactor abstracto de un deseo o necesidad), pero que puede ser implementado (realizado físicamente) de muchas maneras (con diferentes soluciones tecnológicas) (Por ejemplo, el concepto de “variador de velocidad” puede ser implementado por una caja de engranajes, por un mecanismo de correas, etc.)

Desde el punto de vista “constructivo” un concepto tecnológico es la unidad operativa más pequeña que posibilita la implementación de una función tecnológica (por ejemplo, un engranaje formado por dos ruedas dentadas acopladas).

Los conceptos tecnológicos pueden ir desde lo más simple, como un tornillo, un transistor, una válvula de paso, etc. (todos y cada uno de ellos pueden presentar soluciones tecnológicas muy diversas), hasta los más complejos, como puede ser un motor de combustión interna, un ascensor, un filtro electrónico, etc.



Apéndice B

Los sistemas de expresión en el proceso creativo de productos

Los “lenguajes tecnológicos” se pueden clasificar atendiendo al grado de similitud entre la “imagen” y el “objeto” por ella representado (grado de iconicidad) Según esto, los distintos lenguajes (modelos) para presentar un producto tecnológico pueden ser:

- El propio producto.
- Modelos tridimensionales a escala (reales o virtuales).
- Modelos gráficos no geométricos.
- Modelos gráficos geométricos (perspectivos y no perspectivos).
- Modelos gráficos simbólicos.
- Gráficos de relaciones lógicas o funcionales (entre magnitudes y/o acciones).
- Descripción en palabras normalizadas o con fórmulas matemáticas.



Algunos lenguajes son más apropiados para las fases creativas, y otros para las de fabricación, o incluso, presentación y publicidad (por ejemplo, una holografía). Para el diseñador es importante pasar de un lenguaje a otro para sacar el máximo partido a cada uno

Así mismo estos lenguajes pueden “no materializarse” (es decir, permanecer sólo en la mente del diseñador) o “materializarse” sobre papel, en un ordenador, en una maqueta, etc.

Apéndice C

Los materiales más usuales en el diseño de productos

Polietileno de baja densidad (LDPE)

- *Características:* blando y flexible
- *Aplicaciones:* Bolsas de plástico, cajas de plástico, juguetes, zapatillas de playa, cepillos de dientes, etc.



Polietileno de alta densidad (HDPE)

- *Características:* duro y rígido
- *Aplicaciones:* tubos de plástico, botellas de plástico, juguetes



Polietileno de ultra alta densidad (UHMWPE)

- *Características:* muy duro y rígido
- *Aplicaciones:* fibras para chalecos antibala, barras para sustituto del hielo en pistas de patinaje



Polipropileno (PP)

- *Características:* duro y rígido
- *Aplicaciones:* envases (lavables en lavavajillas). Interiores automóviles. Cajas y carcasas. Fachada casas y canaletas. Utensilios. Recipientes moldeados .En forma de fibras alfombras de exteriores, en piscinas, minigolf, etc.



Poliisobutileno (PIB)

- *Características:* blando y flexible
- *Aplicaciones:* globos, balones, cámaras de neumático



Apéndice D

Procesos de fabricación de componentes de productos

5. CONFORMACIÓN POR ADICIÓN DE MATERIAL

La fabricación aditiva consiste en la sucesiva deposición controlada de capas micrométricas de material, en los puntos donde se precisa para conseguir así la geometría de pieza deseada. Los materiales empleados son los siguientes:

Resinas
fotocurables

Polímeros en
forma de hilos

Lecho de polvo
metálico (Ti y otros)

Cerámicas

Características
del proceso de
fabricación

La complejidad de la pieza, tanto externa como interna, no encarece el proceso de fabricación (de hecho carece de relevancia)

Permite la fabricación de piezas “personalizadas”, diferenciadas, sin que ello suponga coste añadido alguno

Permite la fabricación simultánea de varias piezas, en una misma operación (como las diferentes piezas que componen un mecanismo, posteriormente montadas)

Permite fabricar piezas con aportes de materiales diferentes mejorando valores como resistencia, peso, disminuyendo costes, etc.

Permite realizar modificaciones en el producto, en la fase de diseño o en su vida posterior, sin encarecer por ello el proceso de fabricación

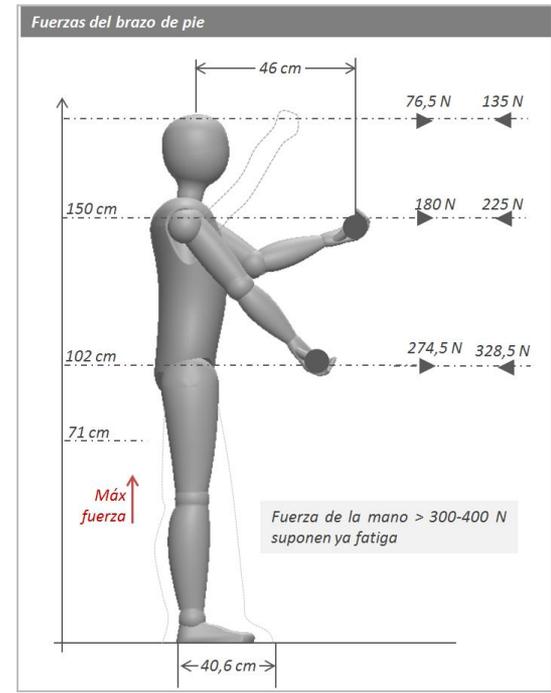
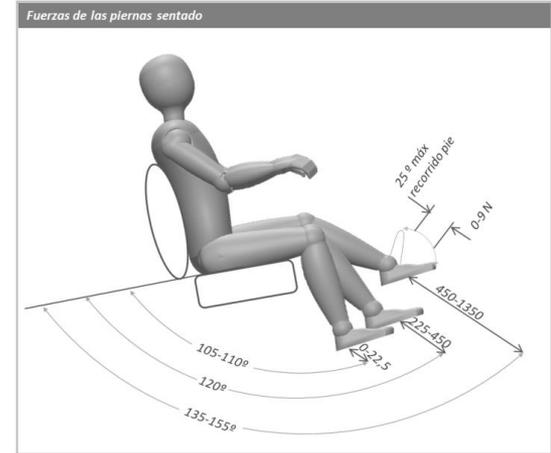
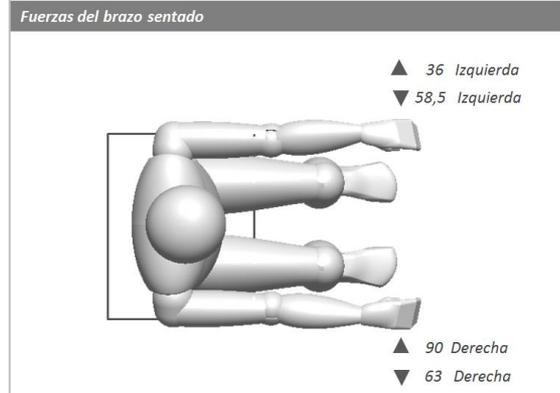
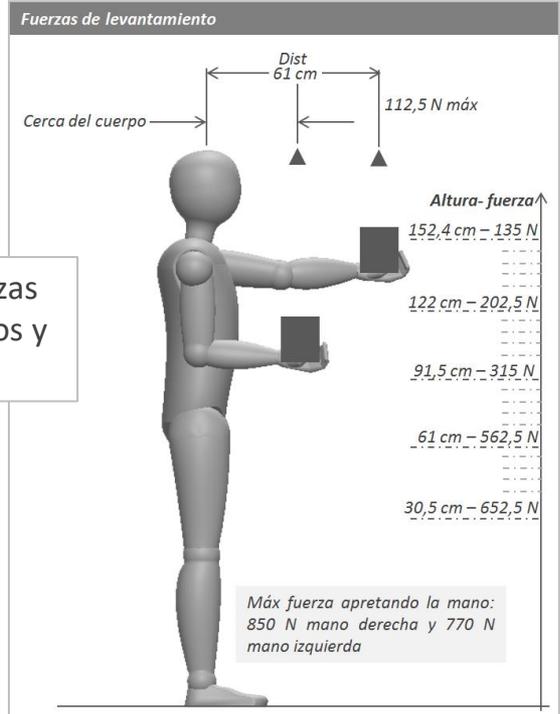
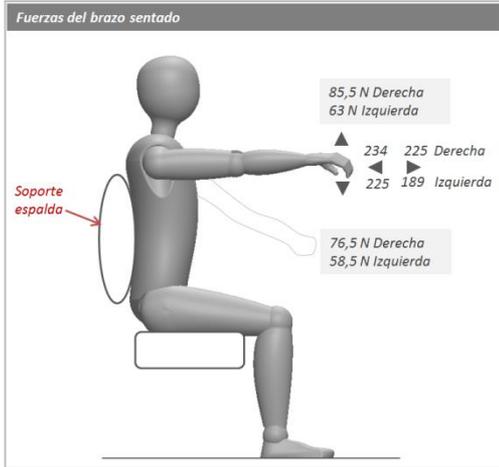
Evita los costes de los sistemas tradicionales como son los relacionados con la fabricación de moldes y matrices, su almacenamiento, su reposición, etc.

Es un proceso que no requiere maquinaria compleja de fabricación, ni herramientas, moldes, etc., sino exclusivamente una impresora 3D conectada a un ordenador (e-manufacturing, Direct Manufacturing, Additive Layer Manufacturing)

Apéndice E

Antropometría y ergonomía en el diseño de productos

Datos biomecánicos de fuerzas
(para los diferentes miembros y
para diversas posiciones)



Apéndice F

Conformación del equipo humano

Excepto en casos de diseño de productos de gran simplicidad lo normal es que los productos y sistemas objeto de diseño sean complejos de manera que difícilmente pueden ser abordados por un diseñador tecnológico en solitario. En este caso la correcta selección del equipo de diseño y la correspondiente asignación de responsabilidades dentro del mismo es fundamental.

En un proyecto de diseño de producto o diseño tecnológico complejo, y desde el punto de vista de las diferentes tareas que este tipo de proyectos comporta, pueden definirse (identificarse) un amplio número de “especialistas”:



Especialistas de acuerdo al trabajo que realizan

- Diseñador jefe de proyecto** (product design manager)
- Responsable de gestión del marketing** (product marketing manager)
- Especialista en fabricación** (manufacturing specialist)
- Especialistas en materiales** (material specialist)
- Especialista en diseño de detalle** (detailer o designers).
- Especialista en métodos numéricos** (Analyst)
- Especialistas en diseño industrial** (industrial designer)
- Especialistas diversos** (technician)
- Especialista en control de calidad y control de seguridad** (quality control and quality assurance specialist))

Apéndice G

La gestión de la información en el proceso creativo de productos

Selección de escalas de medición

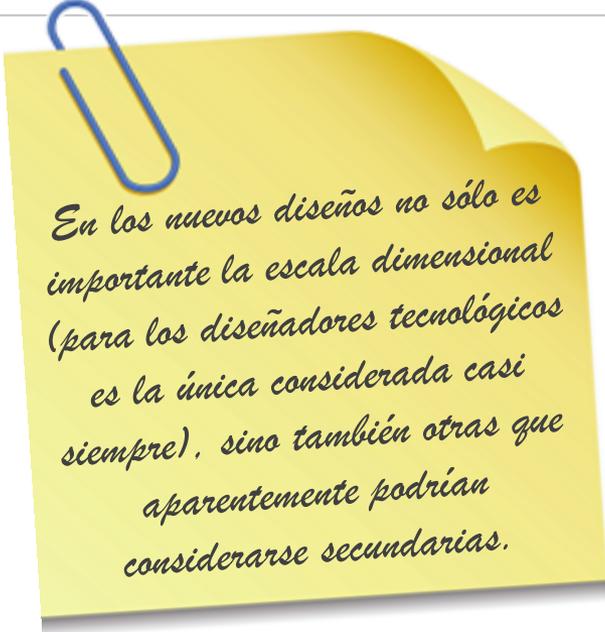
Otro de los problemas que pueden encontrarse en las labores de diseño de nuevos productos o sistemas tiene que ver con la correcta elección de las escalas de medición.

Relacionar las mediciones y cálculos con las incertidumbres de la observación, con los costes de la toma de datos y con los objetivos del proyecto de diseño son ejemplos típicos.

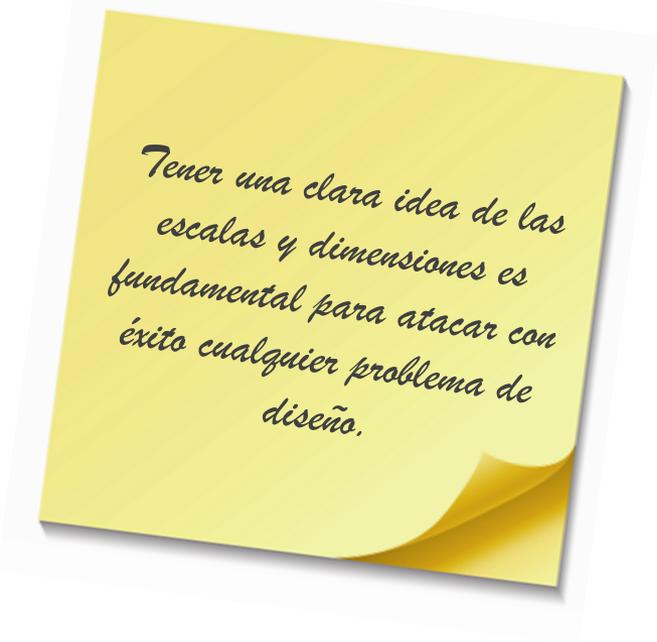
Estas escalas de medición pueden ser de varios tipos:

Escala nominal (clasificatoria): por ejemplo, colores, sabores, nacionalidades, profesiones, etc.

- Escala parcialmente ordenadas (débiles): por ejemplo, abuelo, padre, hijo, tío, etc.)
- Escalas ordinales (orden de clasificación): por ejemplo, 1º, 2º, 3º; muy bueno, bueno, regular; etc.
- Escalas de intervalos: por ejemplo, grados centígrados.
- Escalas dimensionales: por ejemplo, gramos, centímetros, ohmios, etc.
- Escalas multidimensionales: por ejemplo, kilómetros por hora, litros por kilómetro, etc.



En los nuevos diseños no sólo es importante la escala dimensional (para los diseñadores tecnológicos es la única considerada casi siempre), sino también otras que aparentemente podrían considerarse secundarias.



Tener una clara idea de las escalas y dimensiones es fundamental para atacar con éxito cualquier problema de diseño.

Apéndice H

Planificación de los proyectos de diseño de productos

La interrelación entre tareas puede visualizarse mediante una **matriz de tareas** (DSM o Design Structure Matrix en inglés) en donde en los ejes de abscisas y ordenadas se coloquen todas las tareas y en los términos de la matriz figure un símbolo (una x, por ejemplo) que señale la existencia de una relación entre las dos tareas.

Este diagrama es importante desarrollarlo cuando el orden de las tareas no está claro y muchas veces obliga a rehacer el cronograma inicialmente previsto (como puede ser el mostrado en la figura anterior)

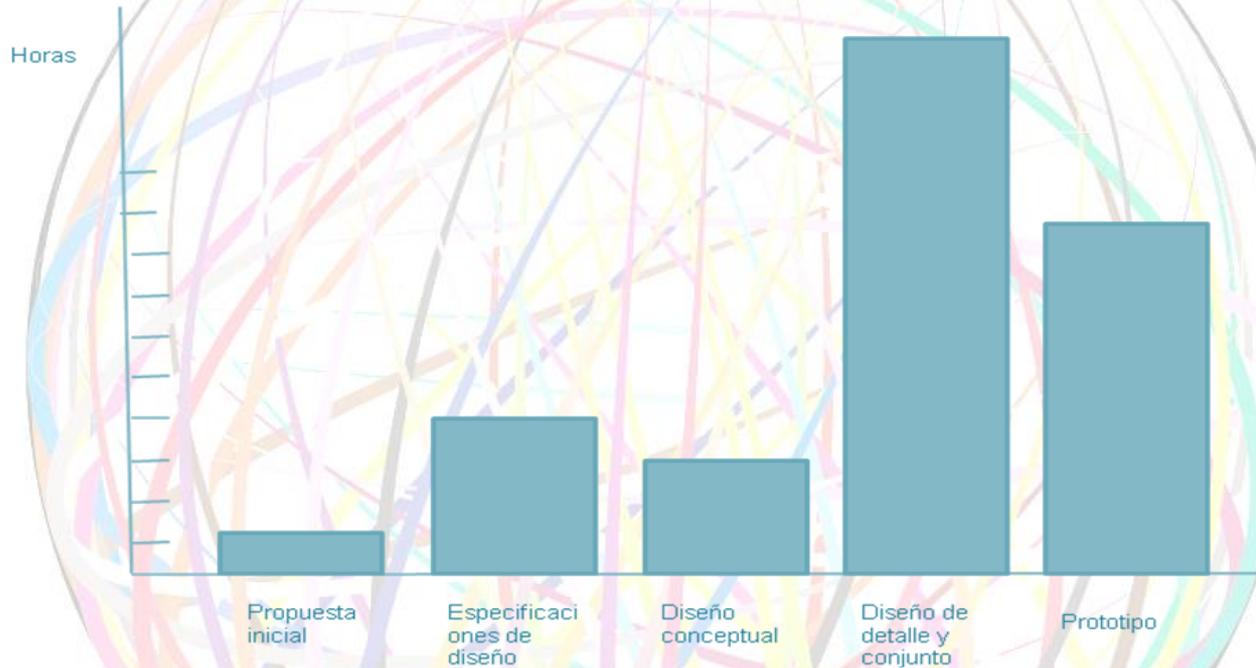
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	
T1	O							
T2	X	O	X				X	
T3	X	X	O				X	
T4		X		O	X		X	
T5				X	O		X	
T6					X	O	X	
T7		X	X	X	X	X	O	

Las "x" que aparecen en cada columna muestra la interrelación entre las diferentes tareas (y que por consiguiente no se pueden superponer en el cronograma)

Apéndice I

Valoración del tiempo de ejecución

En el gráfico siguiente se exponen unos valores comparativos de tiempos para cada etapa del proceso de diseño en su totalidad, aún cuando solo supone unos valores de referencia que pueden oscilar en gran manera de un diseño a otro.



En muchos proyectos de diseño de producto algunas de las etapas pueden superponerse parcialmente y pueden acortarse aún más cuando el proyecto puede ejecutarse a través de un proceso de “diseño paralelo” (ingeniería concurrente).

Apéndice J

Valoración de los costes de proyectos de diseño de productos

El coste completo de un diseño de producto que vaya a ser introducido en el mercado puede dividirse en dos grandes partes: los **costes directos** y los **costes indirectos**.

En los **COSTES DIRECTOS** se imputan:

- **Costes de materiales**, tanto los incorporados a los propios productos como las pérdidas en el proceso de fabricación, las pérdidas por componentes defectuosos o dañados, etc..
- **Costes de utilización de maquinaria y utillaje para la fabricación**, como maquinaria, herramientas, moldes, etc.
- **Costes de los productos estándar** adquiridos para formar parte del producto.
- **Costes laborales asociados a los procesos de fabricación**, incluyendo salarios y costes complementarios (seguridad social, seguros, vacaciones, etc.)
- **Costes de superestructura** (overhead) **asociados a la fabricación** (directivos, administrativos, materiales fungibles, telecomunicaciones, electricidad, agua, limpieza, alquileres y cualesquiera otros gastos del día a día).

En los **COSTES INDIRECTOS** se computan:

- Los **costes de superestructura** (overhead) **no asociados a la fabricación**, es decir, los imputables a la empresa de diseño.
- Los **costes de entrega** de los productos desde el punto de fabricación hasta el usuario final o el comprador mayorista o al detalle.
- Los **beneficios de intermediarios y vendedores**.
- El **beneficio** asignado de la empresa.

Normalmente los **salarios y otros costes laborales** de diseñadores, dibujantes, ingenieros y otro personal técnico, así como los equipos que estos usan en su trabajo, forman parte de los overhead.

*Los costes directos pueden subdividirse a su vez en **costes fijos**, que no dependen del número de productos fabricados y **costes variables**, dependientes del número de unidades (que pueden bajar hasta la mitad cuando se incrementa en forma destacada el número de unidades)*

Apéndice K

Aspectos legales

Derechos de propiedad **intelectual**

- ✓ Reflejados en las oportunas patentes, modelos de utilidad o diseños gráficos, etc.
- ✓ Son siempre propiedad de los **inventores** (diseñador o miembros del equipo de diseño que hayan efectuado las propuestas)
- ✓ Son **intransferibles**

Derechos de propiedad **industrial**

- ✓ Son siempre propiedad del que paga los trabajos (**promotor** u otros).
- ✓ Son **transferibles** si así se pacta de antemano entre el diseñador y el promotor, de manera que este último puede transferir parte (o todo) de sus derechos al primero.

Se dan muchos casos en los que el promotor no abona al diseñador los trabajos que conducen al diseño conceptual, ni el valor intrínseco del mismo -la idea de un nuevo diseño puede ser muy valiosa- sino que abona una parte del mismo y la otra consiste en una cesión de derechos de la propiedad industrial (porcentaje sobre ventas, por ejemplo)