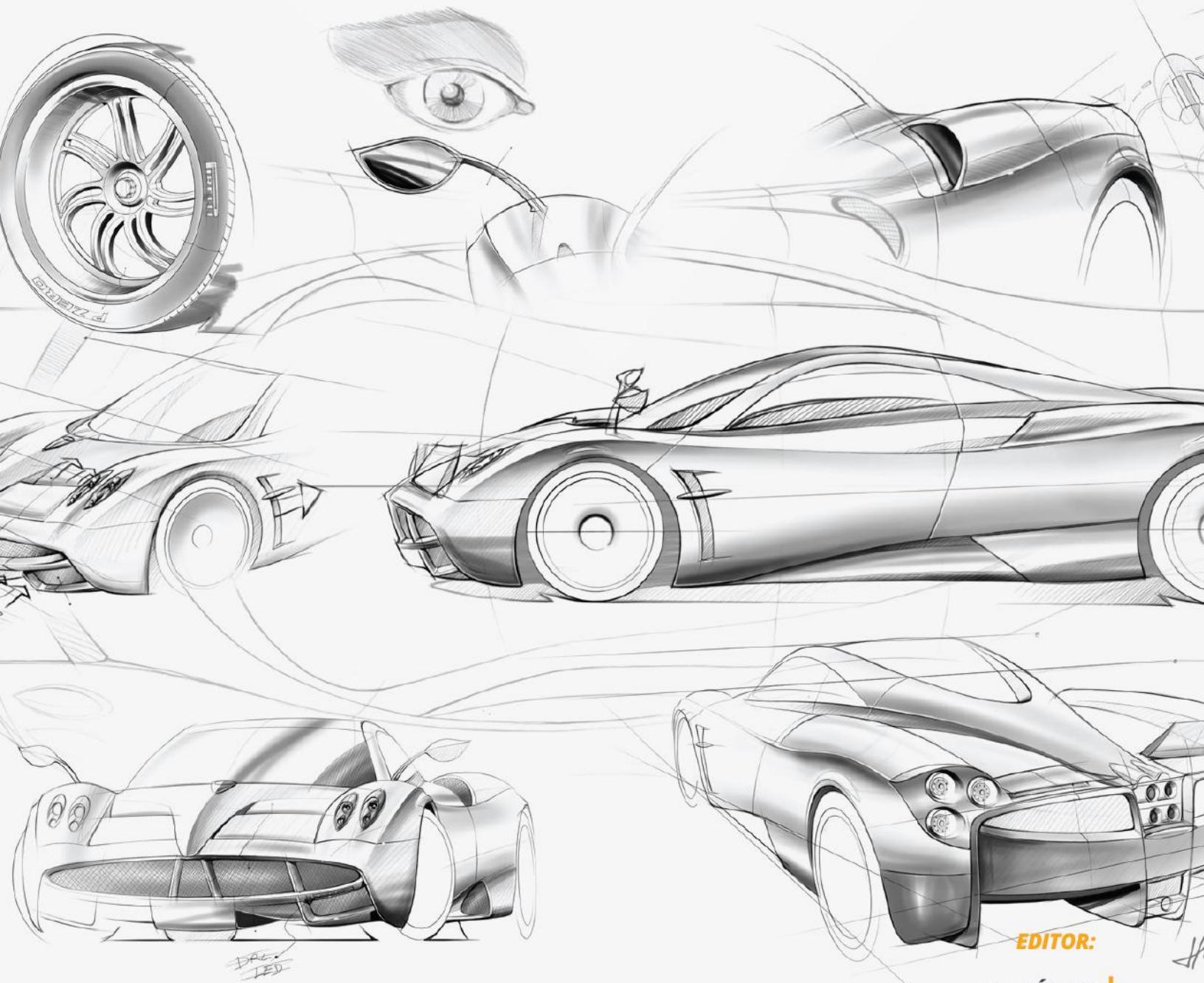


DIPLOMADO INTERNACIONAL EN
**DISEÑO INDUSTRIAL Y
DESARROLLO DEL PROYECTO**

DIPLOMADOS INTERNACIONALES PROUNIVERSITARIOS BY FORO MUNDIAL DE UNIVERSITARIOS



EDITOR:

**D.I. VÍCTOR
VALENCIA**



Módulo1. Introducción al Diseño Industrial y Desarrollo del Producto

Definición de diseño

La palabra diseño proviene del término italiano *disegno*, que significa delineación de una figura o realización de un dibujo. Diseñar, como cualquier otra actividad humana, es una actividad compartida. Por ello, requiere el consenso, la colaboración y el esfuerzo de los demás. Es una actividad dirigida a satisfacer necesidades, deseos y aspiraciones de la sociedad o de una parte de ella. El diseño es a veces una idea, un proyecto o un plan para la solución de un problema determinado. Es decir, un razonamiento, un proceso intelectual que no es visualmente perceptible, ni siquiera traducible verbalmente. (Morales, 1983)

El diseño consistiría entonces en la transformación de esta idea, con la ayuda de los medios auxiliares correspondientes, para permitir participar a otros de la misma. La confección de croquis, proyectos, muestras, modelos constituye el medio para hacer perceptible visualmente la solución de un problema.

Así pues, el concepto de diseño comprendería la concretización de tales proyectos o modelos mediante la construcción y configuración, que de este modo resuelven el problema en forma de producto industrial, susceptible ya de la fabricación en serie. El diseño estaría entonces al servicio del desarrollo del proceso configurativo. Las fases de este proceso se denominan diseño tanto en unas contemplaciones parciales como referidas a la totalidad del proceso. El concepto se complementa si consideramos que diseño también significa el intento de que un producto o sistema de productos responda a las de un entorno humano.

Aquí puede afirmarse que el concepto de diseño es sólo un concepto general más extenso que responde a un proceso de gran amplitud. Empieza con el desarrollo de una idea, puede concretarse en una fase de proyecto y su fin lógico sería la resolución del problema que plantean las necesidades humanas. (Löbach, 1981)

Diseño industrial

Por diseño industrial podemos entender toda actividad que tiende a transformar en un producto industrial, de posible fabricación, las ideas para la satisfacción de determinadas necesidades de un grupo. La *Industrial Designers Society of America* (IDSA) define el diseño industrial como:

*“el servicio profesional de crear y desarrollar conceptos y especificaciones que optimizan la función, valor y aspecto de productos y sistemas para el mutuo beneficio del usuario y el fabricante”.*¹

Propone una lista de cinco metas críticas que los diseñadores industriales pueden ayudar al grupo a alcanzar cuando desarrollen nuevos productos:

- Utilidad: Las interfases humanas del producto deben ser seguras, fáciles de usar e intuitivas. Cada característica debe tener forma para comunicar su función al usuario.
- Aspecto: Forma, línea, proporción y color se usan para integrar el producto en un todo agradable.
- Facilidad de mantenimiento: Los productos también deben estar diseñados para comunicar cómo deben mantenerse y repararse.
- Bajos costos: La forma y características tienen un gran efecto en los costos de equipamiento y producción, de modo que deben ser consideradas en conjunto por el equipo.
- Comunicación: Los diseños del producto deben comunicar la filosofía corporativa del diseño y su misión a través de cualidades visuales de los productos.

El diseñador industrial

El diseñador industrial genera objetos y productos de fabricación industrial que tienen contacto directo con el hombre, realiza mejoras a los ya existentes, haciéndolos atractivos para que satisfagan las necesidades de una sociedad que está en constante cambio. Crea nuevas propuestas y soluciones acordes con los requerimientos de los diferentes mercados que demandan productos mejor planeados y diseñados, con el objeto de lograr el óptimo aprovechamiento

¹ Esta definición es bastante amplia para incluir las actividades de todo el equipo de desarrollo del producto. De hecho, los diseñadores industriales concentran su atención en la forma e interacción del usuario de productos.



de la infraestructura nacional. Desarrolla su actividad en tres áreas principales: dentro de una industria o empresa, en actividades de consultoría, o bien, como empresario productor.

Los diseñadores industriales por lo general reciben su educación en programas universitarios de cuatro años donde estudian escultura y forma; desarrollan habilidades para el dibujo, presentación y elaboración de modelos; y adquieren un conocimiento básico de materiales, técnicas de manufactura y acabados. En la práctica industrial, los diseñadores reciben exposición adicional a ingeniería básica, procesos avanzados de manufactura o fabricación y prácticas comunes de mercadotecnia. Su capacidad para expresar ideas visualmente puede facilitar el proceso del desarrollo del concepto para el grupo. Los diseñadores industriales pueden crear casi todos los bosquejos del concepto, modelos e ilustraciones que son empleados por grupo en todo el proceso de desarrollo, aun cuando las ideas provengan de todo el equipo.

Campo y mercado de trabajo

El diseñador industrial participa en procesos de diseño, producción y comercialización de productos, como parte de un equipo multidisciplinario, labora principalmente en la micro, pequeña y mediana industria y en menor medida en la gran industria.

Supervisa y realiza procedimientos y operaciones en el taller para fabricar modelos, simuladores y prototipos con herramientas y maquinaria. Además, verifica de qué manera se comporta el producto en el mercado haciendo las adecuaciones económicas necesarias, considerando al usuario, el fabricante y el distribuidor.

El diseñador industrial reunirá hábitos, habilidades, actitudes y conocimientos que le permitirán realizar su actividad de manera eficiente y con un alto nivel de calidad. Así, poseerá aptitudes creativas para concebir y desarrollar productos atractivos que satisfagan las demandas de los diferentes mercados. Mostrará una actitud comprometida para planear y administrar los recursos, para lograr un alto nivel de productividad, calidad y competitividad en los productos diseñados.² (UNAM, 2017)

1.1 Tipología del diseño

La tipología es la ciencia que estudia los tipos o clases, la diferencia intuitiva y conceptual de las formas de modelo o de las formas básicas. La tipología se utiliza mucho en términos de estudios sistemáticos en diversos campos de estudio para definir diferentes categorías.

En la actualidad, el concepto diseño tiene una amplitud considerable, de tal modo que especifica su campo de acción acompañándose de otros vocablos. Así tenemos: diseño industrial, diseño artesanal, diseño gráfico, diseño digital, diseño textil, diseño mecánico, diseño estructural, diseño de asentamientos humanos, diseño arquitectónico, diseño de plantas industriales, diseño de procesos, diseño de servicios, diseño de experiencias, diseño colaborativo (o co-diseño), diseño de producto, Eco-diseño. (Marín, 2009)

1.1.1 Transporte

El diseño de transporte es una disciplina que va más allá del diseño de automóviles, el transporte demanda una adaptación y variedad que responda a diversas necesidades, desde las motocicletas con usos urbanos, aviones con un diseño interior inimaginable hasta barcos con una infinita variedad de dimensiones y tecnología que llega a hacerlos autosuficientes.

Sea en el medio que sea (terrestre, acuático o aéreo) el diseño para transportar productos o personas requiere una visión amplia y transversal que se adapte a las necesidades actuales. La formación en el diseño de transporte abarca no sólo las últimas técnicas y tecnologías vinculadas a la concepción y estilismo de los vehículos (coches, carros, aviones, barcos, etc.) sino que se contempla la globalidad de las soluciones buscando ir más allá y previendo las necesidades que pueden surgir en materia de transporte, sistemas de movilidad y sostenibilidad ambiental.

² El 80% de los egresados está trabajando y el 13% está buscando trabajo, el 7% restante no lo hace por condiciones personales, están ocupados realizando otras actividades, principalmente estudiar o cumplir con obligaciones familiares. El 83% labora en el sector privado y el 17% en el sector público. Trabaja como empleados el 50% y en autoempleo el 50% en la práctica privada de su profesión. Del total de los egresados que están empleados, en el 4% de los casos su trabajo no está relacionado con su profesión.



1.1.2 Mobiliario

El diseñador de mobiliario conceptualiza, diseña y desarrolla objetos y productos en diferentes escalas de producción para crear muebles familiares o urbanos, equipamiento profesional, instalaciones para espacios sociales y comerciales resolviendo las necesidades de funcionalidad de los consumidores.

El diseño de mobiliario hoy en día es utilizado como una herramienta que jerarquiza los productos de uso cotidiano mejorando a través del diseño la calidad de vida de los usuarios. Es una disciplina técnica que requiere muchas habilidades, como el control de los materiales, de los procesos de fabricación, la gestión de los proveedores, cálculos de estabilidad y ergonomía, diseño en 3D, prototipado y producción de un modelo real.

El diseño en el ámbito del hogar está sujeto a las tendencias, por lo que resulta imprescindible entender las claves del diseño de vanguardia en el hábitat doméstico, interior y exterior. El diseñador de mobiliario está especializado en el diseño de objetos, muebles y accesorios para definir los espacios. También trabaja en la investigación y aplicación de materiales y técnicas específicas, acercando los métodos artesanales a los industriales en la manufactura de los productos. Diseña lámparas, textiles, módulos, muebles, piezas de baño, empaques y otros elementos. Cubre todos los aspectos relacionados con el diseño de los objetos y su relación con espacios domésticos. Este recorrido permite explorar en la historia del mobiliario y la decoración para experimentar y proponer nuevos formatos objetuales.

1.1.3 Salud

Desde las sencillas relaciones con el bienestar y la calidad de vida, hasta los territorios complejos que aborda la medicina, la salud es un vasto espacio. El campo del diseño se expande cada día más, inspeccionando situaciones, escenarios tradicionales y buscando nuevos caminos en áreas no tradicionales. Las nuevas tecnologías y el uso de materiales no convencionales han posibilitado el trabajo de los diseñadores en espacios que eran dominio exclusivo de especialistas. La salud ha sido siempre un campo sensible, limitado y pertinente para el diseño.

Mucho trabajo ha sido realizado donde se encuentran las conexiones entre el diseño y la salud. En términos de infraestructura, los centros de salud han sido provistos de mobiliario que han contribuido no solamente con el mejoramiento de las condiciones de pacientes y personal médico, sino que han hecho posible una operación del sistema de salud más rentable.

También la comunicación visual ha hecho importantes aportaciones en la construcción de una codificación de fármacos y medicinas, con el desarrollo de empaques cada vez más sofisticados.

En el diseño para la salud encontramos proyectos que intentan resolver los problemas de mayor sensibilidad y en escenarios de absoluta escasez. Así mismo, presenciamos trabajos que recurren a los nuevos procesos de producción y tecnologías de última generación para poner productos en las manos de la gente dentro de sus entornos más cotidianos.

1.2 Diseño de productos

Se puede definir al producto desde un aspecto psicosocial donde a la persona le mejora su imagen, su estatus, su exclusividad y vanidad.

También se puede decir que el producto representa a la empresa donde se muestra la imagen y la calidad, siempre con el fondo de satisfacer las necesidades de los consumidores.

La personalidad del producto es la capacidad de darnos a cada uno lo que deseamos. Los elementos que lo caracterizan son:

- El diseño: es aquello que hace que sea llamativo para los consumidores.
- Surtido: tiene que ver con la comercialización para cada segmento de mercado se debe elaborar un producto específico. Principalmente se enfoca en la capacidad adquisitiva que tenga el consumidor.
- La calidad: aspecto que implica modificar el diseño del producto.

Los factores de éxito y de fracaso de un producto se pueden caracterizar por:



- Costo de Producción más bajo, nos induce a tener un mejor precio en el mercado.
- Se constata la originalidad del producto, que sea algo nuevo y no una imitación.
- La complejidad de hacer el producto.
- La flexibilidad del proceso de producción de tal forma que debemos hacer un surtido de productos.

1.2.1 Diseñador de productos

El diseñador de producto desarrolla proyectos de manera responsable, se anticipa a las exigencias y necesidades del mercado y la sociedad, trabajando en la investigación y aplicación de nuevos métodos, materiales y procesos de fabricación. Propone y diseña servicios y nuevos conceptos de productos.

El diseñador de producto tiene como objetivos:

- Establecer la relación entre objeto y usuario, teniendo en cuenta las necesidades emocionales, funcionales e interactivas vinculadas a la misma.
- Cumplir una función social, puesto que su intervención condiciona la calidad del entorno y la vida de las personas, la accesibilidad de los objetos y la sostenibilidad como cultura de diseño, producción y consumo.
- Reforzar los valores estratégicos de las empresas y artesanos.

El diseñador de producto se puede desempeñar en diferentes áreas como: diseñador en estudios multidisciplinarios, para una empresa o como profesional independiente. Diseñador de objetos para el hogar: mobiliario, lámparas, textil, plásticos, artículos deportivos, etc. Diseñador de producto como electrodomésticos, mobiliario urbano, joyas, juguetes, empaques, etc. También puede optar por la gestión de un negocio propio y producción industrial, artesanal o autoproducción, así como diseñador de estrategias, sistemas o servicios.

Existen varios procesos para el diseño de producto que permiten a los diseñadores crear productos a partir de sus ideas. Estos procesos se enfocan en descubrir que es lo que se necesita, desarrollando lluvia de ideas, creando prototipos y generando el producto, si sus materiales propuestos se pueden adecuar al proceso de producción. Sin embargo, ese no es el final del proceso. Hasta ese punto, los diseñadores de producto aún necesitan poner en práctica la idea, fabricar el producto, evaluar su éxito y comprobar si no es necesario hacer algunas mejoras.

El proceso de diseño de producto ha experimentado varias etapas de evolución a lo largo de estos últimos años con la adopción de la impresión 3D.³ Es importante destacar que los diseñadores industriales requieren un amplio conocimiento de materiales, procesos de producción y sobre todo costos. Con la ayuda de las impresoras 3D se pueden diseñar productos dimensionales e imprimirlos en 3D en una gama variada de tipos de plásticos muy bien vistos para prototipos. También existe la inyección de plástico, para esto se debe conocer los tipos de plásticos, variaciones, limitantes, moldes y si se acopla al diseño propuesto por el diseñador de producto.

El proceso de diseño de producto sigue una serie de pautas involucrando tres principales secciones:

- Análisis
- Conceptualización
- Síntesis

Las últimas dos secciones son revisadas muchas veces, dependiendo de cuantas veces el diseño debe ser revisado para ser mejorado. Esto es un proceso repetitivo, donde la retroalimentación es el principal componente como en todas las ramas del diseño.

Los diseñadores de productos deben tener en cuenta todos los detalles: la forma en que las personas utilizan los objetos, productos defectuosos, los errores cometidos en el proceso de diseño y las formas en que las personas desean utilizar los objetos. Muchos nuevos diseños fallarán y muchos ni siquiera llegaran al mercado. Algunos diseños, eventualmente, serán obsoletos. El proceso de diseño puede ser frustrante, usualmente teniendo cinco o seis intentos para que el diseño quede de la mejor manera posible. Un producto que falló en el mercado la primera vez, puede volver a ser introducido dos veces más. Si continua fallando, el producto es considerado muerto, debido a que el mercado

³ Tomando en cuenta que esta es una tecnología nueva, no tiene más de 10 años, pero gracias a la variación con el diseño industrial (con más de 40 años en México) se usan objetos en común con diferentes objetivos.



cree que es un fracaso. La mayoría de los nuevos productos fallan, aunque sea una gran idea. Todos los tipos de diseño de productos están claramente vinculados a la salud económica de los sectores manufactureros. La innovación proporciona gran parte del impulso competitivo para el desarrollo de nuevos productos, con la nueva tecnología a menudo requieren una nueva interpretación del diseño. Sólo se necesita un fabricante para crear un nuevo paradigma de productos para forzar al resto de la industria ponerse al día alimentando aún más la innovación. Los productos son diseñados para beneficiar a las personas de todas las edades y capacidades, sin excluir a cualquier grupo, mediante la extensión de la independencia y el apoyo a las cambiantes necesidades físicas y sensoriales que todos encontramos a medida que envejecemos.

El diseño de nuevos productos es crucial para la supervivencia de la mayoría de las empresas. Aunque existen algunas firmas que experimentan muy poco cambio en sus productos, la mayoría de las compañías deben revisarlas en forma constante. En las industrias que cambian con rapidez, la introducción de nuevos productos es una forma de vida y se han desarrollado enfoques muy sofisticados para presentar nuevos productos.

El diseño del producto casi nunca es responsabilidad única de la función de operaciones, sin embargo ésta se ve muy afectada por la introducción de nuevos productos y viceversa. La función de operaciones es el "receptor" de la introducción de nuevos productos. Al mismo tiempo, estos nuevos productos se ven limitados por las operaciones existentes y la tecnología. Por lo tanto, resulta extremadamente importante comprender el proceso de diseño de nuevos productos así como su interacción con las operaciones.

Las decisiones sobre el producto afectan a cada una de las áreas de toma de decisiones de operaciones, por lo tanto, las decisiones sobre los productos deben coordinarse de manera íntima con las operaciones para asegurarse de que esta área queda integrada con el diseño del producto. A través de una cooperación íntima entre operaciones y mercadotecnia, la estrategia del mercado y la estrategia del producto se pueden integrar con las decisiones que se relacionan con el proceso, la capacidad, inventarios, fuerza de trabajo y calidad.

La definición del producto es el resultado del desarrollo de una estrategia empresarial. Por ejemplo, la estrategia empresarial podría exigir una línea de productos completa para servir a un sector particular de los clientes. Como resultado, se definirán nuevos productos para completar la línea de productos. Estas definiciones de nuevos productos se convierten entonces en un insumo para la estrategia de operaciones y las decisiones de operaciones se ajustan para acoplarse a la estrategia de nuevos productos.

El diseño del producto es un pre-requisito para la producción al igual que el pronóstico de volumen. El resultado de la decisión del diseño del producto se transmite a operaciones en forma de especificaciones del producto. En estas especificaciones se indican las características que se desea tenga el producto y así se permite que se proceda con la producción.

1.2.2 Rediseño de productos

Actualmente el comercio de productos, y sobre todo en el mercado electrónico, está saturado de millones de productos y ha ampliado la clientela potencial de cualquier empresa a millones, incluso las empresas más pequeñas son capaces de vender en el otro lado del mundo. Por lo que existe una gran cantidad de productos que descartamos en cada proceso de compra.⁴

En este ambiente de competencia, los productos deben ser atractivos e inteligentes, destacar del resto y comunicar un mensaje de valor a sus consumidores potenciales.

Por ello, es muy importante hacer un seguimiento del producto, comprobar que funciona mediante encuestas, estadísticas, análisis de mercado, mantener la coherencia y el enfoque de la marca e ir creciendo y variando dependiendo conforme a los cambios y las necesidades del cliente. Es muy común entre las marcas, comprobar que el empaque de un producto no funciona como debería y, un buen rediseño, consigue volver a encaminar la filosofía de la marca y aumentar las ventas.

⁴ En un supermercado encontramos entre 15.000 y 60.000 productos distintos y la mayoría de la gente va a comprar una vez por semana una media de entre 30 y 40 artículos. Este número aumenta espectacularmente cuando se trata de comprar por Internet.



Las razones para rediseñar un producto pueden ser varias pero es muy importante tener claras qué necesidades se intentan solventar y cuáles son los objetivos a conseguir, por ejemplo:

- La forma del producto ha cambiado y necesita un nuevo envase.
- La empresa ha crecido creando numerosos productos y necesita que haya una unidad estética entre ellos.
- La empresa ha cambiado y necesita dar un nuevo estilo a sus productos.
- Aparecen nuevas regulaciones o requisitos gubernamentales.
- El negocio o producto pretende extenderse a nuevos mercados, ya sea nacional o internacionalmente.
- La opinión de los clientes potenciales del producto, extraída de encuestas, muestra que el mensaje o la apariencia del producto está anticuada o no corresponde con sus gustos.

En muchas empresas, por diferentes y variados motivos, se toma la decisión de proceder a realizar un rediseño de las mismas, concretamente de lo que es su marca corporativa y su imagen. Y es que eso trae consigo un importante número de ventajas, entre las que se encuentran las siguientes:

- Ayuda a modernizarse y a adaptarse a los tiempos. Esto es un beneficio especialmente relevante en el caso de compañías que llevan funcionando mucho tiempo.
- Es una buena manera de ganar atractivo y frescura, lo que contribuirá a adquirir nuevos clientes.
- No hay que pasar por alto tampoco que ayuda a establecer el mensaje adecuado que se desea transmitir al mercado y a otorgarle un valor.
- En los casos en los que una empresa ha tenido que hacerle frente a una grave crisis, contribuye a poder recuperar la credibilidad perdida.
- Es una estupenda alternativa cuando se desee dar un cambio de rumbo radical a la entidad en cuestión.
- Sirve, de igual modo, para poder fidelizar a los clientes que se tienen y para poder conseguir otros nuevos.

El desarrollo de nuevos productos o de nuevas formas de productos está íntimamente relacionado con la supervivencia e incluso, con el liderazgo de las empresas. La forma de muchos productos con el tiempo queda en desuso debido a la aparición de otros que ofrecen las mismas utilidades a los consumidores y, por lo tanto, serán preferidos a los actuales. Así, la evolución de la empresa debe ser, al menos, igual a la del mercado para poder avanzar teniendo presente que los mercados cada vez evolucionan de manera más rápida. Si la empresa es capaz de evolucionar al ritmo del entorno económico-social obtiene con ello una ventaja competitiva difícil de igualar.

Cada vez es más frecuente la aparición, no ya de nuevos productos, sino de nuevas formas de producto ya existentes a la vez que los consumidores cuentan hoy con mayor cantidad de productos de los que empleaban en el pasado como consecuencia del desarrollo industrial, económico y personal.

El rediseño de un producto consiste en darle una nueva forma con el fin último de adecuarse a los cambios que se producen en el entorno, garantizando con ello la supervivencia de la empresa. Por ello, no se trata de un producto nuevo, sino de un nuevo modelo de producto relativamente diferentes a los ya existentes. El riesgo de la empresa reside en encontrar los atributos o características que le permitan distinguirse de la competencia.

El factor determinante es, como se ha dicho anteriormente, el adecuarse a los cambios que se producen en el entorno en el que actúa la empresa. No obstante, hay otra serie de elementos que justifican el rediseño de un producto. Estos elementos son, entre otros, los siguientes:

- Competitividad: dado que en muchos casos el éxito de las empresas reside en la capacidad que éstas tengan para innovar.
- Tecnología: los avances tecnológicos permiten dar nueva forma a los productos haciéndolos más modernos, esperados y deseados por los consumidores.
- Imagen: al rediseñar un producto, la empresa ofrece una imagen más actual, moderna e interesada por los cambios que se producen en el entorno en el que actúa.
- Clientes: los clientes tienen nuevos deseos y gustos, así como una mayor capacidad económica lo que les lleva a exigir productos “novedosos”.
- Ampliación del mercado: bien sea para conseguir nuevos compradores o responder a nuevas necesidades.
- El ciclo de vida del producto: en el caso de productos que se encuentran en declive una de las opciones con las que cuenta la empresa, antes de abandonar, es el de rediseñar el producto con el fin de mejorar su situación.



1.3 Métodos de diseño y etnografía

Diseñar implica tener en cuenta los temas de empatía, observación, compromiso personal y solución de problemas, pero sobre todo relacionar la fase de conocer a las personas con el proceso de diseño.

Conocer personas se entiende como comprender los pensamientos, sentimientos y necesidades con empatía y a través de la observación, escuchando, interactuando y analizando. En este conocimiento se descubren percepciones de las personas muy valiosas cuando se involucra en la vida de la persona y se escucha con atención su historia, concentrándose en todo lo que hace, dice y piensa. El conocer a las personas lleva que se categoricen productos/servicios/negocios que resuelvan necesidades y que tengan un valor importante difícil de copiar. (Kumar, 2013)

Los pasos para llevar a cabo este conocimiento de las mentalidades de las personas son:

- Observar todo: No solo a la gente sino lo que la rodea (lugar, otras personas, objetos). Notar también lo que no está y cuestionar.
- Construir empatía: Compartir experiencias y sentimientos para poder sentir retos y frustraciones reales.
- Inmersión a la vida cotidiana: Pasar el tiempo con la persona analizada y con la etnografía poder aprender acerca de comportamientos, prácticas y motivaciones que forman parte del contexto.
- Escuchar abiertamente: Dejar que las personas hablen y mantengan una discusión de qué es importante para ellos, ser estudiante y no maestro.
- Buscar problemas y necesidades: Preguntar acerca de situaciones actuales de las personas, sus retos diarios, problemas, necesidades, o bien, tratar de percibirlos.

La etnografía es el estudio descriptivo de una sociedad humana en particular o en proceso de realizar tal estudio. Basada fundamentalmente en el trabajo de campo, la etnografía requiere la inmersión del etnógrafo en la cultura y la vida diaria de la gente quienes son los sujetos de estudio. La etnografía se hace cargo del estudio de pequeños grupos de sujetos en su ambiente y contexto para obtener detalles entendidos de las circunstancias de los pocos sujetos a ser estudiados.

La etnografía es a la vez descriptiva e interpretativa: descriptiva porque el etnógrafo debe determinar el significado de las observaciones sin una recopilación de datos amplia o de información estadística. Para conducir las investigaciones, los etnógrafos o también llamados trabajadores de campo, normalmente viven entre la gente que ellos estudian o al menos pasan un tiempo considerable con ellos.

En este marco, se propone la enseñanza formal de la etnografía orientada o aplicada al diseño industrial, en su proceso, conocimiento del usuario para obtener la información y el conocimiento del uso, las formas así como los aspectos negativos de los objetos, en un contexto social y cultural del usuario.

La necesidad de conocer la relación objeto – usuario, requiere de una metodología más directa en el conocimiento de la función, forma y material, entre muchas otras variables del objeto. La relación con el usuario en su mismo contexto social o familiar, para que sea de una manera más objetiva. Es decir, en el trabajo de campo con los objetos, como se usan, como se manipulan, cual es la forma de uso o si se utilizan conforme las expectativas del diseñador, esto solo se puede realizar con una relación diferente, directa y objetiva con el usuario.

Para ello se propone la aplicación de la etnografía, herramienta que utilizada durante muchos años por los antropólogos en el estudio y conocimiento de los diferentes grupos culturales y sociales en nuestro país y en el mundo y, aplicados también en otras disciplinas como la medicina, el marketing, la producción industrial de productos de alta tecnología.

Los pasos del método etnográfico que se aplican al proceso de diseño son:

1. Observación directa no participante.
2. Observación directa participante.
3. Entrevista abierta.
4. Historias de vida.
5. Cuestionario cerrado (cuantitativo).
6. Uso de audio y video.



7. Fotografía.
8. Análisis (Lógica Formal).
9. Resultados.

Dicho método etnográfico, se ha venido ofreciendo con resultados favorables a su práctica del diseño. Es factible la aplicación de la etnografía en el proceso de diseño. (Rodríguez, 2010)

1.3.1 Diseño centrado en el usuario

El diseño centrado en el usuario es una filosofía de diseño que tiene por objeto la creación de productos que resuelvan necesidades concretas de sus usuarios finales, consiguiendo la mayor satisfacción y mejor experiencia de uso posible con el mínimo esfuerzo de su parte.⁵

Toma forma como un proceso en el que se utilizan una serie de técnicas multi-disciplinarias y donde cada decisión tomada debe estar basada en las necesidades, objetivos, expectativas, motivaciones y capacidades de los usuarios.

La mayoría de los procesos que hacen diseño centrado en el usuario suponen las siguientes etapas:

- Conocer a fondo a los usuarios finales, normalmente usando investigación cualitativa o investigación cuantitativa.
- Diseñar un producto que resuelva sus necesidades y se ajuste a sus capacidades, expectativas y motivaciones.
- Poner a prueba lo diseñado, normalmente usando cuestionarios con usuarios.

Este método de diseño reconoce las necesidades y los intereses del usuario y se centra en la usabilidad del diseño. Ofrece cuatro sugerencias básicas de lo que un diseño debe de ser:

- Hacer fácil de determinar qué acciones son posibles en cualquier momento.
- Hacer los elementos del sistema visibles, incluyendo el modelo conceptual del sistema, las acciones alternativas y sus resultados.
- Hacer fácil de evaluar el estado actual del sistema.
- Seguir asignaciones naturales entre las intenciones y las acciones requeridas; entre las acciones y el efecto resultante y entre la información que es visible y la interpretación del estado del sistema.
- Estas recomendaciones ponen al usuario en el centro del diseño. El rol del diseñador es facilitar la tarea al usuario para asegurarse de que el usuario es capaz de hacer uso del producto con el mínimo esfuerzo para aprender cómo usarlo.

El diseño centrado en el usuario hace preguntas relacionadas al usuario sobre sus tareas y metas, después toma los hallazgos y sobre ellos hace decisiones del diseño, busca la respuesta a las siguientes preguntas:

- ¿Quiénes son los usuarios?
- ¿Cuáles son sus tareas y metas?
- ¿Qué nivel de experiencia tienen los usuarios?
- ¿Qué funciones se necesitan?
- ¿Qué información necesitan los usuarios y de qué manera?
- ¿Cómo se espera funcione?
- ¿Cuáles son los casos más adversos?
- ¿Se realizarán varias tareas a la vez?

El origen de esta visión se enmarca en el diseño industrial y militar de la década de los cincuenta. Desde entonces, los diseñadores estaban convencidos de que la optimización y adaptación al ser humano del diseño de productos respondía a un minucioso proceso de investigación en antropometría, ergonomía, arquitectura o biomecánica.

⁵ El término "diseño centrado al usuario" se originó en el laboratorio de Donald Norman en la Universidad de California San Diego en los 80's y se convirtió en un término muy usado después de la publicación del libro *User-Centered System Design: New Perspectives on Human-Computer Interaction*. Norman se adentró más en el tema con su libro *The Psychology Of Everyday Things* en 1988.



Es un proceso cíclico en el que las decisiones de diseño están dirigidas por el usuario y los objetivos que pretende satisfacer el producto, y donde la usabilidad del diseño es evaluada de forma iterativa y mejorada incrementalmente. (Norman D. , 1986)

De acuerdo a la norma ISO 13407, podemos dividir este proceso en cuatro fases:

- Entender y especificar el contexto de uso: Identificar a las personas a las que se dirige el producto, para qué lo usarán y en qué condiciones.
- Especificar requisitos: Identificar los objetivos del usuario y del proveedor del producto deberán satisfacerse.
- Producir soluciones de diseño: Esta fase se puede subdividir en diferentes etapas secuenciales, desde las primeras soluciones conceptuales hasta la solución final de diseño.
- Evaluación: Es la fase más importante del proceso, en la que se validan las soluciones de diseño (el sistema satisface los requisitos) o por el contrario se detectan problemas de usabilidad, normalmente a través de test con usuarios.

El diseño centrado en el usuario es también un enfoque para pensar la idea del producto, para resolver el problema estratégico de su utilidad. Es decir, diseñar centrándonos en el usuario no sólo implica entender cómo será usado el producto y evaluar las soluciones de diseño a partir de los usuarios, sino también analizar el valor del producto que pretendemos crear, su capacidad para resolver necesidades reales. (ISO, ISO 9241-210:2010, 2017)

1.3.2 Comunidad y diseño gráfico

El mundo del diseño ha cobrado un gran protagonismo en los últimos tiempos y ha pasado a convertirse en un elemento clave y diferenciador de los productos y servicios que encontramos en el mercado. Sin embargo, a veces, tendemos a confundir los conceptos, mientras que el diseño gráfico es la disciplina indicada para la creación de mensajes visuales, el diseño industrial abarca toda la actividad humana del proyecto del objeto en sí.

Las áreas que comprenden este proceso de creación abarcan, como decíamos, dos ramas del diseño. Concretamente, el diseño gráfico se refiere a todo el proceso relacionado con la transmisión de ideas por imágenes. Esto incluye desde el lenguaje visual hasta el diseño de marca.

En cambio, el diseño industrial tiene en cuenta otros factores encargados de determinar la estructura de un producto: dimensiones, peso, forma, textura, o incluso, densidad. Todo ello es importante para que el envase del producto sea el adecuado y no suponga ningún riesgo ni en su empaquetado, ni en el momento de su distribución y localización en cuanto a factores ambientales.

De igual manera, también son latentes las diferencias entre los profesionales que desempeñan sus funciones en sus respectivas áreas. Un diseñador gráfico se encarga especialmente del diseño bidimensional y del mensaje visual que quiere conseguir con él.

Entre su actividad también se encuentra la creación y actualización del logo empresarial, así como el respeto de los colores corporativos en sus proyectos. De todas formas, suele tener en cuenta la percepción del receptor para no dejar de lado el factor psicológico a la hora de representar las imágenes.

Por su parte, el diseñador industrial tiene el objetivo de cubrir las necesidades de la población a partir de la innovación de sus diseños basados en una metodología concreta. Por este motivo, es indispensable que un profesional que se dedique a esta rama del diseño tenga amplios conocimientos sobre los materiales y el ambiente en el que se van a encontrar.

Además, debe encargarse de todos los problemas funcionales y estéticos que puedan darse. Por tanto, un diseñador industrial tiene que estar capacitado para crear, diseñar y gestionar proyectos para su posterior consumo, ya sea a nivel industrial o en serie. (TCI, 2017)

1.4 Elementos del diseño

Analizando la forma en el diseño podemos encontrar diferentes características que tienen los objetos y éstos los conocemos como elementos del diseño y se han clasificado de acuerdo a sus principios. En general se distinguen 4 grupos de elementos:



- Elementos Conceptuales
- Elementos Visuales
- Elementos de Relación
- Elementos Prácticos

- Elementos Conceptuales

Los elementos conceptuales son aquellos que están presentes en el diseño, pero que no son visibles a la vista. Se dividen en 4 elementos:

- Punto: Indica posición, no tiene largo ni ancho, es el principio y el fin de una línea.
- Línea: Es una sucesión de puntos, tiene largo, pero no ancho, tiene una posición y una dirección.
- Plano: Un plano tiene largo y ancho, tiene posición y dirección y además está limitado por líneas.
- Volumen: El recorrido de un plano en movimiento se convierte en volumen, tiene posición en el espacio, está limitado por planos y obviamente en un diseño bidimensional donde el volumen es aparente.

-Elementos Visuales

Cuando se dibuja una figura en el papel, esa figura está formada por líneas visibles, las cuales no solo tienen un largo, sino que un ancho, un color y claro una textura (definida por los materiales utilizados). Es por esto que los elementos visuales son:

- Forma: Todo lo visible tiene una forma, la cual aporta para la percepción del ojo una identificación del objeto.
- Medida: Todas las formas tienen un tamaño.
- Color: El color es un fenómeno físico de la luz, relacionado con las diferentes longitudes de onda en la zona visible del espectro electromagnético, que perciben las personas y algunos animales a través de los órganos de la visión, como una sensación que nos permite diferenciar los objetos del espacio con mayor precisión. El color se utiliza comprendiendo no solo los del espectro solar, sino asimismo los neutros (blanco, negros, grises) y las variaciones tonales y cromáticas.
- Textura: Tiene que ver con el tipo de superficie resultante de la utilización del material. Puede atraer tanto al sentido del tacto como al visual.

-Elementos de Relación

Se refieren a la ubicación y a la interrelación de las formas en un diseño y se dividen en:

- Dirección: La dirección de una forma depende de cómo está relacionada con el observador, con el marco que la contiene o con otras formas cercanas.
- Posición: La posición de una forma depende del elemento o estructura que la contenga.
- Espacio: Todas las formas por más pequeñas que sean ocupan un espacio, el espacio así mismo puede ser visible o aparente (para dar una sensación de profundidad)
- Gravedad: El efecto de gravedad no solamente es visual, sino que también es psicológico. Podemos atribuir estabilidad o inestabilidad a una forma o a un grupo de ellas.

-Elementos Prácticos

Los elementos prácticos van más allá del diseño en sí y son conceptos abstractos.

- Representación: Se refiere a la forma de realizar el diseño, puede ser una representación realista, estilizada o semi-abstracta.
- Significado: Todo diseño conlleva consigo un significado o mensaje.
- Función: Para lo que está creado dicho diseño.

Un diseño industrial consiste en la combinación de dichos elementos de diseño no solamente para definir las cuestiones formales que lo constituyen sino para mostrar un significado e intención del producto por medio de la configuración de su forma. (Wong, 1981)



1.4.1 Diseño robusto

El diseño robusto es un término ideado por Genichi Taguchi⁶ a principios del año 1952, que propuso en vez de reducir las variaciones del proceso de producción, comprando mejor maquinaria, aumentando su mantenimiento, se centrara en la fase de diseño de un producto, de manera que sea insensible a las fuentes de variabilidad, es decir, robusto. Cada vez que se diseña un producto, se hace pensando en que va a cumplir con las necesidades de los clientes, pero siempre dentro de un cierto estándar; a esto se le llama "calidad aceptable".

Generalmente este enfoque para mejorar la calidad será considerablemente más económico. Además buscará siempre sobrepasar las expectativas del cliente para dar importancia a aquellos parámetros que le interesen el cliente y ahorrarse dinero en otros que no le interesen. Es necesario determinar las causas que pueden provocar variaciones en un proceso ya que además determinan la capacidad (formas de procesar las piezas, calidad de la materia prima, mantenimiento, etc.), no perder de vista las causas del entorno donde se fabrica el producto (componentes humanos, condiciones ambientales) y estar atentos a los distintos parámetros internos del producto (deterioros, envejecimientos, etc.). Estas causas o factores que afectan al producto son los factores de ruido o de distorsión y los factores de control. Una vez determinadas estas causas y obtenidos los factores de control, se diseña un nuevo producto cuyas propiedades se vean menos afectadas por estos factores de variabilidad. (Taguchi, 1990)

Entonces definimos un producto, o proceso robusto, como aquel que funciona como se desea aún bajo condiciones no ideales como son variaciones del proceso de manufactura o una variedad de situaciones de operación. Usamos el término ruido para describir variaciones no controladas que pueden afectar al funcionamiento y decimos que un producto de calidad debe ser robusto ante factores de ruido.

Un diseño robusto es la actividad de desarrollo de un producto para mejorar el desempeño deseado del producto al mismo tiempo que se minimizan los efectos de ruido. En diseño robusto empleamos experimentos y análisis de datos para identificar puntos de referencia robustos para los parámetros de diseño que podemos controlar. Un punto de referencia robusto es una combinación de valores de parámetro de diseño para los cuales el desempeño del producto es como se desea bajo una amplia variedad de condiciones de operación y variaciones de manufactura.

Conceptualmente, el diseño robusto es fácil de entender. Para un objetivo determinado de desempeño puede haber muchas combinaciones de valores de parámetro que darán el resultado deseado. No obstante, algunas de estas combinaciones son más sensibles a una variación incontrolable que otras.

Como es probable que el producto opere en presencia de varios factores de ruido, nos gustaría seleccionar la combinación de valores de parámetro que sea menos sensible a una variación incontrolable. El proceso de diseño robusto usa un método experimental para hallar estos puntos de referencia robustos. (Ulrich & Eppinger, 2004)

1.4.2 Cognición en el diseño

Una de las actividades de investigación más importantes de teóricos del diseño es el estudio del proceso cognitivo de diseño desarrollado en el cerebro, con el fin de identificar y mejorar el proceso creativo de diseño en cualquier disciplina, especialmente en disciplinas creativas.

Las redes neuronales del cerebro sustentan los procesos cognitivos generales, que a su vez configuran, entre muchas otras cosas, las estrategias metodológicas que se desarrollan a lo largo del proceso de diseño. Por tanto, siendo conscientes del funcionamiento y evolución de las diferentes redes neuronales que se configuran dinámicamente en nuestro cerebro durante el proceso de diseño, se pueden identificar nuevas metodologías compositivas que estimulen de forma adecuada dichas redes, y que como consecuencia aumenten nuestro potencial creativo a la hora de diseñar. (Niebel & Freivalds, 2009)

De forma simplista se puede decir que nuestra actividad cognitiva se basa en el establecimiento de redes neuronales gigantescas que agrupan y entrelazan millones de neuronas, que se extienden por todo nuestro cerebro. Estas redes

⁶ Genichi Taguchi Tokamachi (Japón, 1 de enero de 1924 - 2 de junio de 2012) fue un ingeniero y estadístico japonés. Estudió ingeniería mecánica en la Universidad de Kiryu, donde también obtuvo un doctorado en estadística matemática. Desde la década de 1950 en adelante, Taguchi desarrolló una metodología para la aplicación de Estadísticas para mejorar la calidad de los productos manufacturados.



permanecen en todo momento en cambio continuo, y su forma cambia de un instante para otro, al igual que cambia la actividad química y eléctrica.

Dicho de otro modo, el ser humano será más creativo cuantas más experiencias haya tenido con anterioridad, sean de tipo que sean. Teniendo en cuenta esta información, se han identificado cuatro etapas diferentes en la actividad creativa del proceso de diseño:

- Etapa de gestación de la idea: esta etapa consiste básicamente en recopilar todo tipo de información, pero sobre todo en procesar adecuadamente toda la información acumulada a lo largo de nuestra existencia que tenga algún tipo de solapamiento con el problema a resolver (etapa de activación concatenada de redes neuronales).
- Etapa de generación de la idea: esta etapa consiste básicamente en identificar las características básicas del objeto a diseñar, y supone dos tipos de procesos alternativos diferentes, dependiendo de su complejidad. En esta etapa el diseñador toma decisiones paralelas de al menos 4 niveles de abstracción: nivel conceptual, nivel topológico, nivel tipológico y nivel formal. (Shedroff, 2001)

1.4.3 Optimización en diseño

La principal aportación de Genichi Taguchi es el desarrollo de métodos de mejoramiento de la productividad, que en un inicio puso en práctica en empresas japonesas. Taguchi propuso interesantes y efectivas metodologías para reducir la variabilidad y el incremento en la habilidad de los procesos productivos, con la consecuente disminución en el porcentaje de artículos defectuosos.

Taguchi hacía hincapié en que, como los clientes desean comprar productos que atraigan su atención y que realicen la función para la cual se diseñaron, las organizaciones deben ofrecer productos que superen los de la competencia en cuanto a diseño y precio, que sean atractivos para el cliente y que tengan un mínimo de variación entre sí, además de ser resistentes al deterioro y a factores externos a su operación.

Tales conceptos se reflejan en los puntos siguientes:

- Función de pérdida: La calidad debe definirse en forma monetaria mediante la función de pérdida, en la que cuanto mayor sea la variación de una especificación respecto al valor nominal, mayor será la pérdida monetaria transferida al consumidor.
- Mejora continua: La mejora continua del proceso productivo y la reducción de la variabilidad son indispensables para subsistir en la actualidad.
- Variabilidad: Que puede cuantificarse en términos monetarios.
- Diseño del producto: En esta etapa se genera la calidad y se determina el costo final del producto.
- Optimización del diseño del producto: Se puede diseñar un producto con base en la parte no lineal de su respuesta, a fin de disminuir su variabilidad.
- Optimización del diseño del proceso: Se puede reducir la variabilidad por medio del diseño de experimentos, al seleccionar los niveles óptimos de las variables involucrados en la manufactura del producto.
- Ingeniería de calidad: Taguchi desarrolló también una metodología que denominó: ingeniería de calidad, la cual se divide en línea y fuera de línea.
- Ingeniería de calidad en línea: Sus actividades respectivas son la manufactura, el control y la corrección de procesos, así como el mantenimiento preventivo. Una de las técnicas auxiliares es la gráfica de control.
- Ingeniería de calidad fuera de línea: Se encarga de optimizar el diseño de productos y procesos. Para su aplicación se sirve de experimentos.

El método Taguchi han sido controvertido entre algunos estadísticos occidentales convencionales, pero otros han aceptado muchos de los conceptos introducidos por él como extensiones válidas para el conjunto de los conocimientos. La filosofía Taguchi abarca toda la función de producción, desde el diseño hasta la fabricación. Su metodología se concentra en el consumidor, valiéndose de la "función de pérdida". Taguchi define la calidad en términos de la pérdida generada por el producto a la sociedad. Con la "función de pérdida", el ingeniero está en condiciones de comunicarse en el lenguaje del dinero y en el lenguaje de las cosas. (Taguchi, 1990)



1.4.4 Flexibilidad del diseño

La producción flexible es una metodología de cadena de montaje desarrollada originalmente por la compañía Toyota y la industria de la fabricación de automóviles. También se conoce como Sistema de Producción de Toyota o producción *just-in-time*.

Se considera al ingeniero Taiichi Ohno⁷ como el responsable de haber desarrollado los principios del sistema de producción flexible después de la Segunda Guerra Mundial. Su filosofía, centrada principalmente en eliminar el despilfarro y dar responsabilidad a los trabajadores, reducía el inventario y mejoraba la productividad. En lugar de guardar recursos en anticipación de las necesidades de fabricación futuras, como hacía Henry Ford⁸ con su línea de producción, el equipo directivo de Toyota forjó alianzas con sus proveedores. Así, bajo la batuta del Ingeniero Ohno, los vehículos Toyota se convirtieron en vehículos fabricados sobre pedido. Al potenciar el uso de empleados con múltiples capacidades, la compañía pudo adelgazar su estructura de gestión y utilizar los recursos de manera más flexible. El hecho de que la compañía era capaz de acometer cambios con rapidez le permitía responder a las demandas del mercado con más celeridad que sus competidores.

Muchas industrias, como la de desarrollo de software, han adoptado los principios de la producción flexible. Las diez reglas de este sistema se pueden resumir de la siguiente forma:

- Eliminar el despilfarro
- Minimizar inventarios
- Maximizar el flujo
- Enlazar la producción a la demanda
- Cumplir las exigencias de los clientes
- Hacerlo bien a la primera
- Dar responsabilidad a los trabajadores
- Diseñar pensando en una transformación rápida
- Forjar alianzas con los proveedores
- Crear una cultura de mejora continua

El término *just-in-time* significa producir sólo lo necesario, en el momento justo y en la cantidad necesaria. Esto permite que el sistema de producción y de distribución a los concesionarios sea flexible y asegure que cada cliente compre el vehículo de la especificación y color que desea y lo obtenga en el plazo más breve posible. El *Just in Time* apunta a generar productos de calidad al más bajo costo y de manera más eficiente. Para ello, se programa una secuencia de producción equilibrada y se minimizan los almacenes. (Ohno, 1991)

El *Just in Time* se basa en tres principios: el sistema *Pull*, el Flujo continuo y el *Takt Time*.

- El sistema *Pull* dentro del proceso de producción, significa solicitar las piezas que se necesitan, cuando se necesitan y en la cantidad exacta necesaria.
- El flujo continuo implica la eliminación rápida y definitiva de los problemas que detienen las líneas de producción. Es la eliminación del estancamiento del trabajo durante los procesos, produciendo una sola pieza en un tiempo de producción.
- El *Takt Time* es el tiempo que debería tomar el producir un vehículo o un componente. En síntesis, es la velocidad constante y sincronizada requerida entre las líneas de producción.

1.4.5 Perspectiva del cliente

⁷ Taiichi Ohno (Dalian, 29 de febrero de 1912, Toyota City, 28 de mayo de 1990) fue un ingeniero industrial japonés. En 1932, después de graduarse como Ingeniero Mecánico en la Escuela Técnica Superior de Nagoya, comenzó a trabajar en la fábrica de telares de la familia Toyota. En el año 1954 recibió el nombramiento de Director en Toyota y progresivamente fue ocupando puestos de mayor responsabilidad en la compañía hasta que en 1975 pasó a ocupar el puesto de vicepresidente.

⁸ Henry Ford (30 de julio de 1863-7 de abril de 1947) fue el fundador de la compañía Ford Motor Company y padre de las cadenas de producción modernas utilizadas para la producción en masa. A él se le atribuye el fordismo, sistema que se difundió entre finales de los años treinta y principios de los setenta y que creó mediante la fabricación de un gran número de automóviles de bajo costo mediante la producción en cadena.



En todo diseño industrial es trascendente conocer la visión que tiene el cliente de un producto para poder cumplir y superar sus expectativas. En función de los objetivos financieros a largo plazo, la perspectiva del cliente traduce la visión, objetivos corporativos y estrategia general de una organización en objetivos específicos sobre clientes y segmentos de mercado. (Schiffman & Kanuk, 2010)

Para conocer al cliente de un producto es necesario realizar un estudio de mercado para saber a qué segmento pertenece el cliente objetivo, saber la propuesta de valor que el producto tiene y la implementación de sistemas de mejoramiento para saber la satisfacción del cliente.

- **Segmentar el mercado:**

- Identificar los segmentos de mercado en donde se quiere competir: la investigación de mercados debe revelar los diferentes segmentos de mercado y sus preferencias en atributos como precio, calidad, funcionalidad, imagen, prestigio, relaciones y servicio. Una vez escogidos los segmento de cliente y mercado objetivos, estos deben proporcionar los ingresos fijados en los objetivos financieros. La segmentación debe aportar enfoque en la actuación, pues es imposible satisfacer todos los segmentos de mercado con excelencia.
- Determinar los indicadores de resultado: Estos dependen de los objetivos financieros a largo plazo y van a ser el objetivo para los procesos asociados de marketing, operaciones, logística. Los indicadores centrales del cliente comprenden: La cuota de mercado, el incremento de clientes, la satisfacción, la retención de clientes, la rentabilidad por clientes.
- Comparar indicadores de resultado: comparación de los indicadores de resultado con los valores medios de los segmentos escogidos.

- **Determinar las propuestas de valor:**

- Identificar los inductores de segmentos específicos: empezando por los clientes estratégicos o los clientes líderes. Estos factores clave determinan en qué medida los productos o servicios satisfacen a las preferencias de los consumidores y en qué medida ellos, nuestros clientes, van a ser fieles o, por el contrario, van a cambiar de proveedor. Algunos ejemplos serían: calidad, precios bajos, tiempo de respuesta, funcionalidad, mantenimiento, la externalización de servicios, enfoques hacia productos, servicios o procesos innovadores.
- Definir los atributos de los productos y servicios: con base al punto anterior, definir los atributos tangibles e intangibles que deben tener los productos y servicios ofertados por la empresa.
- Comunicar la imagen corporativa o de marca de la empresa.
- Determinar en qué basamos las relaciones con nuestros clientes.
- Valorar la rentabilidad de manera segmentada: valorar las unidades de negocio o la empresa en dichos segmentos.
- Medir la excelencia hacia el cliente: valora en qué medida se están cumpliendo o incluso sobrepasando las expectativas del cliente, hecho fundamental para su fidelización y motor generador de rendimientos estables a largo plazo.

- **Generadores de desempeño para la satisfacción del cliente: estos ayudan a definir y controlar la evolución de los inductores que contribuyen a la satisfacción del cliente. Entre ellos destacan:**

- Tiempo: El tiempo es una gran arma competitiva que puede ayudar a generar y mantener una ventaja competitiva que diferencie a la empresa de sus competidores. Siendo así, es una habilidad crítica hacia la excelencia hacia el cliente: contribuye a su satisfacción y a su retención y fidelización.
- Tiempo de respuesta: Resulta fundamental puesto que afecta a la eficiencia operativa de la empresa. Su duración afecta al potencial de ventas, a la eficiencia de activos y el grado de actividad o sub-actividad de los mismos, a la financiación, al valor de la reserva de seguridad y, por consiguiente al inventario, al ciclo de conversión de efectivo. En última instancia afecta a la excelencia hacia el cliente y índice de competitividad de la empresa.
- Fiabilidad en los términos: No únicamente la habilidad puntual de producir productos y servicios en un tiempo reducido es importante. El mantenimiento de tiempos de proceso cortos resulta fundamental en muchas industrias y para muchos clientes que operan sin prácticamente existencias. El conocido concepto “*just in time*” requiere de tiempos de respuesta cortos y fiables puesto que, de lo contrario, la consecuencia puede ser la paralización del procesos de fabricación.
- Tiempo de introducción de nuevos productos/servicios en el mercado: Esta otra medida de tiempo resulta de vital importancia en mercados maduros, en donde los ciclos de vida de los productos suelen reducirse.



La capacidad que tenga una empresa para ofrecer un flujo continuo de nuevos productos resultará fundamental para alcanzar la “excelencia hacia el cliente”.

- Calidad. La calidad es una herramienta básica e importante para una propiedad inherente de cualquier cosa que permite que la misma sea comparada con cualquier otra de su misma especie. Las empresas que tienen un programa de garantía pudieran incluir la incidencia y el costo de las garantías como indicador en su perspectiva del cliente.
- Precio. Los clientes siempre estarán preocupados por el precio que pagan por un producto o servicio. Las unidades pueden seguir la pista a sus precios de venta netos para compararlos con los de la competencia. (Ries & Trout, 1993)

Uno de los principales factores para la aceptación de un producto por un cliente, y que afecta a la perspectiva del mismo, es la calidad. De forma básica, se refiere al conjunto de propiedades inherentes a un objeto que le confieren capacidad para satisfacer necesidades implícitas o explícitas. Por otro lado, la calidad de un producto o servicio es la percepción que el cliente tiene del mismo, es una fijación mental del consumidor que asume conformidad con dicho producto o servicio y la capacidad del mismo para satisfacer sus necesidades.

No obstante, por calidad también se entiende el suministro de productos y prestación de servicios en tiempo y forma acordados. En este sentido, los tiempos de entrega, la fiabilidad no del producto sino de dichas entregas así como una corriente continua de productos y servicios son percibidos como atributos de calidad. (Ulrich & Eppinger, 2004)

Para conseguir una buena calidad en el producto o servicio hay que tener en cuenta tres aspectos importantes (dimensiones básicas de la calidad):

- Dimensión técnica: engloba los aspectos científicos y tecnológicos que afectan al producto o servicio.
- Dimensión humana: cuida las buenas relaciones entre clientes y empresas.
- Dimensión económica: intenta minimizar costos tanto para el cliente como para la empresa.

Como parámetros para medir la calidad tenemos:

- Calidad de diseño: es el grado en el que un producto o servicio se ve reflejado en su diseño.
- Calidad de conformidad: Es el grado de fidelidad con el que es reproducido un producto o servicio respecto a su diseño.
- Calidad de uso: el producto ha de ser fácil de usar, seguro, honesto, etc.
- El cliente es el nuevo objetivo: las nuevas teorías sitúan al cliente como parte activa de la calificación de la calidad de un producto, intentando crear un estándar en base al punto subjetivo de un cliente. La calidad de un producto no se va a determinar solamente por parámetros puramente objetivos sino incluyendo las opiniones de un cliente que usa determinado producto o servicio.

La perspectiva del cliente se hace necesaria debido a la gran competencia presente en el mercado cada vez más saturado de productos similares en el que el cliente posee un gran poder de decisión. Desde la perspectiva del cliente, los focos de acción se centran en la gestión de las necesidades, el diseño para la estética, y en la ergonomía. (Schiffman & Kanuk, 2010)

1.4.6 Gestión de las necesidades

Identificar las necesidades de clientes es parte integral al inicio de la fase del proceso del desarrollo de un producto. Las necesidades del cliente que resulten se usan para guiar al equipo de trabajo en establecer especificaciones del producto, generar conceptos del producto y seleccionar un concepto de producto para su posterior desarrollo.

El proceso de identificar necesidades del cliente incluye cinco pasos:

- Reunir datos sin procesar, dados por clientes.
- Interpretar los datos sin procesar en términos de las necesidades de clientes.
- Organizar las necesidades en una jerarquía.
- Establecer la importancia relativa de las necesidades.
- Reflejar en los resultados y el proceso.



Crear un canal de información de alta calidad, de clientes a desarrolladores del producto, asegurar que quienes de manera directa controlan los detalles del producto, incluyendo los diseñadores del producto, entiendan a fondo las necesidades del cliente.

Los usuarios líderes⁹ son una buena fuente de necesidades del cliente porque experimentan nuevas necesidades, con meses o años de anticipación a casi todos los clientes, y porque están alerta para beneficiarse de manera sustancial de las innovaciones del nuevo producto. Además, con frecuencia pueden articular sus necesidades con más claridad que los clientes típicos. Los usuarios extremos tienen necesidades especiales que pueden reflejar necesidades latentes entre usuarios generales.

Las necesidades latentes pueden ser incluso más importantes que las explícitas al determinar la satisfacción del cliente. Las necesidades latentes son aquellas que muchos clientes reconocen como importantes en un producto final, pero que no pueden articular por anticipado.

Las necesidades de los clientes deben ser expresadas en términos de lo que el producto tiene que hacer, no en términos de cómo podrían incorporarse al producto. Apegarse a este principio deja al grupo de desarrollo con máxima flexibilidad para generar y seleccionar conceptos de productos.

Los beneficios clave del método y como objetivos se buscan:

- Asegurar que el producto se enfoque en las necesidades de los clientes y que no se olvide ninguna necesidad de importancia crítica para el cliente.
- Identificar necesidades latentes u ocultas, así como necesidades explícitas.
- Crear un registro de archivos de la actividad de necesidades del proceso de desarrollo.
- Desarrollar un claro entendimiento, entre miembros del equipo de desarrollo, de las necesidades de los clientes en el mercado objetivo.
- Desarrollar una base de datos para usarse al generar conceptos, seleccionar un concepto de producto y establecer especificaciones de productos, y crear un registro de archivo de la fase de necesidades del proceso de desarrollo. (Ulrich & Eppinger, 2004)

1.4.7 Diseño para la estética

El término estética¹⁰ tiene diferentes significados, en el lenguaje coloquial se refiere a aquello que es bello, o mejor, que se percibe como bello, aunque en filosofía se entiende como la rama que estudia el estudio de la esencia y la percepción de la belleza.

Independientemente de su manejo, que puede ser más o menos sencillo, los diseños estéticos parecen presentar una mayor sencillez de uso y, sobre todo, crean un sentimiento de empatía con el consumidor que tenderá a utilizarlos en el tiempo con una mayor aceptación. Los diseños estéticos crean y fomentan actitudes positivas en tanto a la percepción del producto, al funcionamiento y a su continuidad en el tiempo, y desarrollan sentimientos de lealtad, agrado y fidelización hacia el producto y hacia la marca que el producto conlleva asociada. Por el otro lado, los diseños que no contemplan aspectos estéticos tienden a ser rechazados en períodos más cortos de tiempo, al no resultar funcionales y al crear sentimientos negativos que paralizan la creatividad y la resolución de problemas en su uso, además crear situaciones estresantes que reducen la buena percepción de la marca y la continuidad en su uso.

Un entorno agradable hace que el usuario se muestre además más tolerante hacia los problemas relacionados con el diseño del producto.

La importancia para el usuario de los objetos estéticos en relación con los conceptos subjetivos de los valores y con los sistemas de normas socioculturales es tema de la estética del valor. La investigación de las ideas sobre valores estéticos en grupos escogidos de personas forma parte del contenido, entre otros, de la estética empírica, la cual aporta conocimientos aplicables por el diseñador industrial en el proceso de diseño a las preferencias estéticas del usuario. El empleo de la teoría estética en la praxis estética (proceso de diseño, producción artística) es tema de la estética generativa.

⁹ También llamados “*early adopters*”, usuarios pioneros o clientes madrugadores y son los consumidores que suelen adquirir productos o servicios, especialmente tecnológicos, antes de que se hagan masivos en el mercado.

¹⁰ La palabra deriva de las voces griegas “*aisthētikē*” (percepción), “*aisthēsis*” (sensibilidad) e “*ica*” (relativo a).



El diseñador industrial, como experto adiestrado estéticamente, tiene asimismo en principio la posibilidad de utilizar normas estéticas existentes o de implantar normas nuevas. Ello depende de cuál sea el ámbito de su actividad. Siempre hay algunos diseñadores de vanguardia, conocidos por ello, que derriban normas estéticas existentes y señalan caminos nuevos. Sin embargo, los resultados raramente se orientan hacia una amplia esfera de compradores, sino que más bien intenta dirigir la atención de los compradores sobre la oferta convencional de la empresa. Estos nuevos valores estéticos, por lo común, sólo reciben la aceptación de un pequeño círculo de entendidos, y a menudo su fabricación es tan costosa que constituye un segundo motivo de su escasa difusión. La mayoría de los diseñadores industriales solamente en proporciones muy limitadas pueden romper las normas estéticas de configuración vigente, pues los productos han de cubrir un amplio mercado, es decir, tienen que ser aceptados por el mayor número posible de compradores. Por regla general, éstos aceptan únicamente aquellos productos que concuerdan con sus propios conceptos sobre el valor.

La escuela de la Gestalt¹¹ propone que el concepto central de la estética del objeto es el de figura, con lo que ésta aparece como concepto superior de la apariencia total de un objeto estético, y por consiguiente también de un producto industrial. La figura de un producto industrial es la suma de los elementos configuracionales y de las relaciones recíprocas que se establecen en la constitución de la figura. Ya que en la actividad del diseñador industrial los elementos configuracionales se someten a una figura según un principio configuracional, este proceso se denomina también configuración.

Las características estéticas del aspecto de un producto industrial están determinadas por los elementos configuracionales. Estos elementos pueden distinguirse en:

- **Macroelementos:** son aquellos que normalmente se perciben conscientemente en el proceso de percepción, como forma, material, superficie, color, etc., a través de los cuales se determina esencialmente la configuración.
- **Microelementos:** son aquellos que en el proceso de percepción no forman parte de la apariencia de forma inmediata, pero que también participan en producir la impresión general de la configuración.

Los elementos configuracionales pueden describirse como portadores de información estética de un producto. De su elección y combinación por el diseñador industrial depende la postura que el futuro usuario adoptará frente al producto. El diseñador industrial debe poner en claro a través de la experimentación los efectos que se pueden obtener con el concurso de los elementos configuracionales, pues sólo en base a tales experiencias es posible alcanzar los efectos deseados mediante la adición de elementos configuracionales.

Los elementos configuracionales, independientemente del aspecto, tienen poca importancia. Ésta se origina solamente cuando aquéllos se suman. Llevados a una interrelación, la combinación de los mismos elementos adquiere una importancia total. Se conocen muchos elementos configuracionales distintos, podemos contemplar los más esenciales:

- **Forma:** el elemento más esencial de una figura es la forma, de la que pueden distinguirse dos tipos, forma espacial y forma plana. Forma espacial es la forma tridimensional de un producto, que está determinada por el curso de la superficie (cóncava-convexa). Esta forma varía al girar el producto y produce efectos distintos al ser observada desde ángulos distintos. Forma plana es la forma obtenida por la proyección de un producto sobre un plano, y está determinada por el contorno.
- **Material:** en el aspecto de un producto industrial no influye solamente el propósito estético del diseñador industrial en relación a los posibles usuarios, sino también, y en grado elevado, el empleo de materiales y de procesos de fabricación económicos. Uno de los criterios principales de la producción industrial es el empleo económico de los materiales más adecuados. Así, la elección del material más idóneo para un producto y su elaboración, además de constituir un problema estético, dependen principalmente de puntos de vista económicos.
- **Superficie:** la naturaleza de la superficie de los productos industriales tiene una gran influencia sobre su eficacia visual, y la mayoría de las veces depende de la elección de los materiales. Las superficies de materiales diversos, y sus combinaciones, producen en el usuario del producto importantes asociaciones de ideas, como limpieza, calor, frío, frescura, etc. Mediante los más diversos materiales, las características de su

¹¹ La psicología de la Gestalt es una corriente de la psicología moderna, surgida en Alemania a principios del siglo XX, cuyo término proviene del alemán y puede traducirse como "forma", "figura", "configuración", "estructura" o "creación". Su axioma principal dice: El todo es mayor que la suma de las partes.



superficie (brillante, mate, pulido, rugoso) y su forma (cóncava, plana, convexa], se aspira a alcanzar los efectos correspondientes a la intención del diseño.

- Color: es especialmente apto para agradar la psicología del usuario del producto. Las empresas industriales pueden utilizarlos en ocasiones para provocar la compra, dirigiendo la atención de los posibles compradores desde los colores neutros de los competidores hacia los propios. Los productos configurados con colores intensos ofrecen al usuario la ventaja de destacarse en la mayoría de los casos del entorno en que se usan. El otro principio del colorido en los productos industriales es el empleo de colores neutros, pasivos. Los productos industriales con coloridos neutros se caracterizan por pasar inadvertidos en el entorno. El color es apropiado especialmente para la creación de contrastes. De este modo, puede crearse una estructura visual en las distintas partes que constituyen un producto, mediante el empleo de coloridos diversos. Grandes y pequeñas superficies de color producen contrastes en la configuración con los que puede evitarse una monotonía de la forma. Ciertos colores causan en el observador una sensación de peso. Los colores oscuros actúan pesadamente y dan la sensación de asociación con la tierra. En cambio, los tonos de color claro producen una impresión de ligereza y flotabilidad. Con el empleo de estos conocimientos puede influirse en el aspecto del producto.
- Constitución de la figura: está determinada por el tipo de elementos configuracionales, de su conjunto, de su distribución cuantitativa y de su relación con el todo. Orden y complejidad son dos factores importantes de la figura del producto, dependientes entre sí de tal forma, que el uno excluye al otro. De acuerdo con esto, un producto industrial dotado de elevado orden posee una baja complejidad, un producto industrial con alta complejidad tiene poco orden.
- Orden: está determinado por un pequeño número de elementos configuracionales y por una pequeña cantidad de características de ordenación. Para la percepción del hombre, un orden elevado significa una oferta de percepción con un bajo contenido informativo. Ello trae como consecuencia una rápida captación de la configuración, pero también una escasa capacidad para conservar la atención del observador. En cambio, en un entorno altamente complejo, donde la múltiple información que irrumpe en la percepción del hombre no se abarca en su totalidad, queda una inseguridad que puede actuar negativamente sobre la mente humana. Por tal causa, preferimos principalmente objetos configurados con un orden relativamente elevado. En algún punto de la escala entre los dos extremos, orden y complejidad, se encuentran las preferencias de las diversas personas.
- Complejidad: es el extremo opuesto al orden como aspecto de la constitución de la figura. La complejidad de un producto industrial viene determinada por un elevado número de elementos configuracionales y por una gran cantidad de características del orden. Para la percepción humana, alta complejidad significa una oferta de percepción con un amplio contenido de información. Esto conlleva conservar la atención del observador durante un mayor espacio de tiempo. La constitución de la figura de un producto industrial puede estar influenciada por el empleo de los correspondientes principios, lo que resulta de gran complejidad. (Löbach, 1981)

1.4.8 Diseño para desmontaje

Al diseñar también hay que pensar en que algún día, mejor cuanto más lejano, el producto será reciclado y para ello deberá ser previamente desmontado. Por ello es fundamental evitar formas y sistemas que puedan demorar en el tiempo los procedimientos de desmontaje, así como hacer reconocibles los materiales de los distintos componentes para que puedan ser fácilmente identificables y reutilizables o reciclables.

A este procedimiento de desmontaje lo conocemos como ecodiseño y lo podríamos definir como aquel diseño que considera acciones orientadas a la mejora ambiental del producto o servicio en todas las etapas de su ciclo de vida, desde su creación en la etapa conceptual, hasta su tratamiento como residuo. Es decir, que el ecodiseño no sólo se preocupa por lo útil y estéticamente atractivo que puede ser un objeto, sino que además se cuestiona su impacto ambiental.

Existen una serie de criterios para hacer ecodiseño:

- Reducción material: proyectar un producto teniendo en cuenta la optimización tanto de materiales como de energías. De esta forma se reduce la utilización de recursos y también las emisiones en el ambiente.





- Diseño por desmontaje: en el futuro, cuando el producto sea reciclado, previamente ha de desmontarse. Por lo que hay que evitar formas y sistemas que dificulten los procedimientos de desmontaje, así como hacer reconocibles los materiales de los distintos componentes para que puedan ser fácilmente identificables y reutilizables o reciclables.
- Monomaterialidad o materiales “bio”: utilizar un solo material simplifica tanto el proceso productivo como el del reciclado final. Además, el ecodiseño suele inclinarse por el uso de materiales “bio” que pueden ser tanto naturales como derivados de productos naturales.
- Durabilidad: el empleo de formas y materiales duraderos son unos de los principios básicos del ecodiseño, ya que un objeto es más respetuoso con el medio ambiente cuanto mayor sea su vida útil.
- Multifuncionalidad, reutilización y reciclaje: un producto multifuncional es aquel que sin ninguna modificación puede utilizarse para varias funciones. Un producto reutilizable es aquel que mediante modificaciones formales o estructurales puede volver a ser útil. Un producto reciclable depende de los materiales con los que está fabricado, pues son estos los que prolongan su vida útil.
- Reducción dimensional: al reducir las dimensiones del objeto (con el consiguiente ahorro de material) se reduce el impacto medioambiental. Cuantos más productos podamos incluir en cada traslado de productos, disminuirá las emisiones de CO2 por producto.

El ecodiseño, que a su vez se encuentra estrechamente ligado al diseño sostenible, es el diseño que considera acciones orientadas a la mejora ambiental del producto o servicio en todas las etapas de su ciclo de vida, desde su creación en la etapa conceptual, hasta su tratamiento como residuo.

Son numerosas y diversas las motivaciones y razones que pueden impulsar a utilizar la herramienta de ecodiseño: ventaja competitiva, *marketing* ambiental, diferenciación, valor añadido, reducción de costos, entre otras; pero sobre todo la reducción del impacto ambiental en todas las etapas del ciclo de vida del producto o servicio.

El ecodiseño es una metodología ampliamente probada y los resultados de proyectos llevados a cabo tanto en Europa como en América Central prometen una reducción de un 30 a un 50% del deterioro del ambiente. También es una manera de responder a las necesidades humanas de subsistencia, ya que debido al cambio climático y a la explosión demográfica, es necesario y conveniente, que en los próximos años se produzca un profundo cambio cultural y tecnológico.

El ecodiseño requiere la intervención de la autoridad (normas, directivas, reglamentos), como representante de los intereses del conjunto de la sociedad, para regular, incluso de forma coercitiva, las actividades productivas humanas en este nuevo contexto de recursos cada vez más limitados.

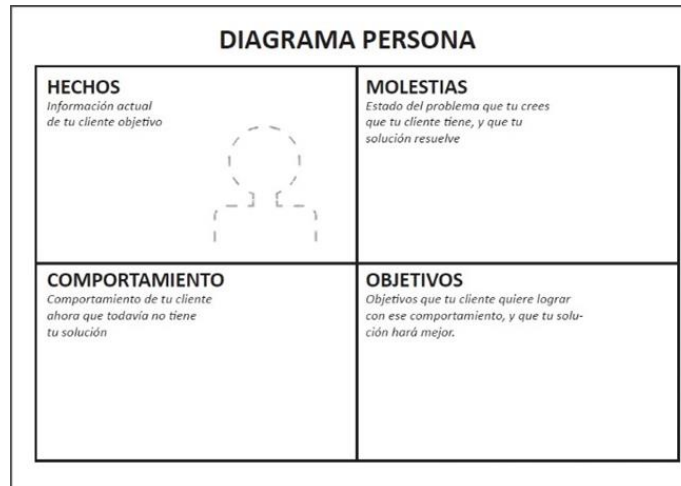
Ejemplos de criterios en el diseño de objetos con filosofía ecologista pueden ser el ahorro de energía, agua¹² y de recursos en general, la minimización de residuos y emisiones externas, o el uso de combustibles procedentes de fuentes no renovables. Entre los resultados del eco-diseño aplicado a la concepción de un producto se encuentra la reducción de la variedad de materiales que lo componen para facilitar su separación y clasificación final de su uso, el incremento del empleo de materiales reciclables o la maximización de componentes provenientes a su vez de canales de recuperación. (Capuz, 2002)

¹² La huella hídrica es un indicador que evalúa el consumo directo e indirecto de agua de un producto y su impacto en la calidad de la misma, por ejemplo, fabricar un pantalón de algodón requiere 3,117 litros de agua, un calzado deportivo necesita 4,400 litros, la simple fabricación de un microchip necesita más de 130 litros de agua.

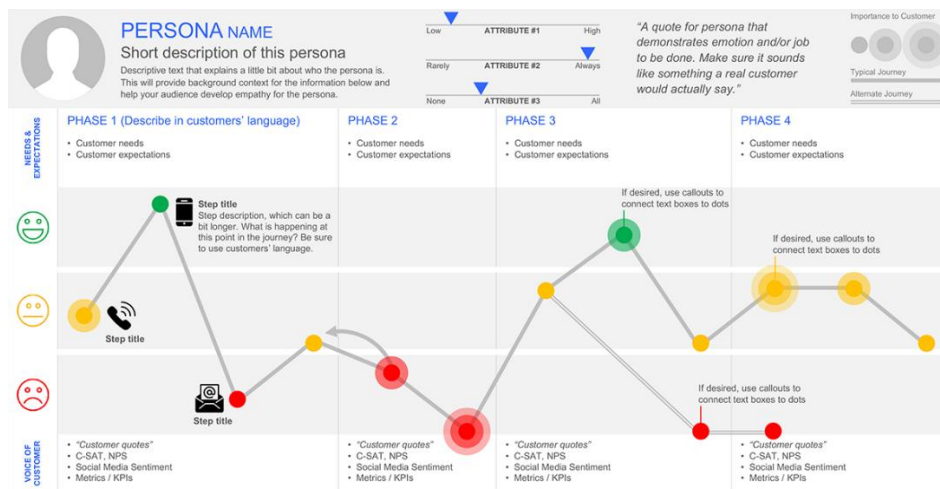


Actividades del Módulo 1:

1. Realizar un diagrama de persona llenando en una hoja, con dibujos y recortes de revistas, las actividades de un cliente en específico para identificarlo y conocerlo a detalle.



2. Realizar un mapa de experiencia del cliente para analizar el diseño centrado en el usuario. Dibujar en un pliego de papel el recorrido que hace un cliente desde que surge una necesidad hasta que realiza la compra de un producto o servicio, los elementos necesarios que debe tener el mapa deben ser los siguientes:
 - Personas
 - Línea de tiempo
 - Emociones que sienten los clientes su experiencia de usuario
 - Puntos de contacto
 - Interacciones





Módulo 2. Modelación digital

2.1 Generalidades de la modelación digital

La modelación digital o modelado 3D es el proceso de desarrollo de una representación matemática de cualquier objeto tridimensional a través de un software especializado; al producto se le llama modelo 3D. Se puede visualizar como una imagen bidimensional mediante un proceso llamado renderizado 3D o utilizar en una simulación por computadora de fenómenos físicos. El modelo también se puede crear físicamente usando dispositivos de impresión 3D.

Los modelos pueden ser creados automática o manualmente. El proceso manual de preparar la información geométrica para los gráficos 3D es similar al de las artes plásticas y la escultura pero utilizando medios electrónicos. Los modelos 3D representan un objeto tridimensional usando una colección de puntos en el espacio dentro de un espacio 3D, conectados por varias entidades geométricas tales como triángulos, líneas, superficies curvas, etc. Automáticamente, los modelos pueden ser creados por medio de escáneres 3D que convierten imágenes bidimensionales en modelos 3D por medio del posicionamiento tridimensional de puntos en el espacio.

El modelado digital se utiliza en diversas industrias como películas, animación y juegos de video, el diseño de interiores y la arquitectura. También se utilizan en la industria médica para las representaciones interactivas de la anatomía. Una amplia serie de software 3D también se utiliza en la construcción de representaciones digitales de modelos mecánicos o partes antes de que se fabrican en realidad. En las industrias de medios y eventos, el modelado en 3D se utiliza para crear escenografías. El modelado 3D también se utiliza en el campo del diseño industrial, en el que los productos son modelados en 3D para representarlos y presentar a un cliente cómo serán antes de ser fabricados. (Vaughan, 2012)

Los modelos digitales los podemos clasificar en dos categorías:

- 2D: corresponde al espacio bidimensional, es un módulo geométrico de la proyección plana y física del universo donde vivimos. Tiene dos dimensiones, ancho y largo, pero no profundidad. Los planos son bidimensionales, y sólo pueden contener cuerpos unidimensionales o bidimensionales, como vectores, puntos, líneas, curvas, círculos, rectángulos, triángulos, polígonos, textos, etc.
- 3D: corresponde al espacio físico a nuestro alrededor que es tridimensional a simple vista, cuyas dimensiones son ancho, largo y profundidad o altura. Los cuerpos tienen volumen y podemos encontrar cajas, esferas, conos, prismas, etc. Los modelos 3D los podemos encontrar como superficies, que representan el contorno de un objeto, y como sólidos, que representan el volumen del objeto.

2.2 Software de modelación en 2D y 3D

Los programas de modelado tienen distintas características en función de si el proceso de diseño involucra gráficos vectoriales 2D o modelado 3D de superficies sólidas. Los programas de modelado 2D permiten crear y editar dibujos vectoriales e ilustraciones bidimensionales, asignar colores, degradados de color y preparar los archivos para una impresión o publicación digital; mientras que la mayoría de los programas de modelado 3D permiten crear y editar objetos en tres dimensiones, aplicar varias fuentes luminosas, asignar materiales a los objetos, renderizar diseños desde cualquier ángulo y preparar objetos para la impresión 3D.

La elección del software es importante, ya que se trata de buscar la herramienta adecuada al diseñador para hacer realidad sus ideas creativas con un mínimo esfuerzo. También influye mucho el equipo de cómputo que se disponga para trabajar, recientes versiones de estos programas requieren de equipos de mayor rendimiento para funcionar correctamente, por ello es preciso contar con un equipo de cómputo actualizado y con el equipamiento mejor posible para así extender su vida de uso.

Existen varios aspectos y una amplia gama de funciones disponibles en los programas de modelado, éstos permiten construir y personalizar modelos desde cero, y dependiendo la etapa de aprendizaje, desde principiantes a profesionales experimentados.

Aunque la mayoría de los programas especializados en diseño están desarrollados para la plataforma de Windows, existen también versiones, aunque en menor cantidad, para sistemas con plataforma para Mac, aunque es posible utilizarlos en este ambiente usando algún emulador de Windows.



La siguiente tabla muestra el software más relevante en el modelado digital orientado al diseño industrial:

Software	Características	2D	3D	Planos	Renderizado	Animación	Simulación	Complejidad
SolidWorks	Permite modelar piezas y conjuntos, extraer de ellos tanto planos técnicos como otro tipo de información necesaria para la producción. Es un programa que funciona con base en la técnica de modelado paramétrico. Posteriormente todas las extracciones, planos y archivos de intercambio, se realizan de manera bastante automatizada.	•	•	•	•	•	•	•
Sketchup	Cuenta con una amplia gama de herramientas de dibujo, útiles para el diseño arquitectónico, de interiores, ingeniería civil y mecánica, el cine y el diseño de videojuegos. El programa incluye funciones de diseño de dibujo, permite la representación de superficies en diferentes estilos, permite el desarrollo de terceros alojados en un sitio llamado <i>Extension Warehouse</i> que proporciona otras herramientas complejas. También existe una biblioteca de código abierto en línea llamada la Galería 3D donde los usuarios pueden contribuir con sus modelos.	•	•	•	•	•		•
Autodesk Fusion 360	Está basado en la nube con capacidades profesionales, pero mucho más sencillo de usar que otros programas de modelado profesionales. Es posible intercambiar archivos con facilidad, importar y exportar los archivos CAD comunes y tiene potentes herramientas paramétricas y analíticas que se adaptan bien a los retos en el diseño industrial.	•	•	•	•	•	•	•
CATIA	Significa: <i>Computer Aided Three-Dimensional Interactive Application</i> . Es una aplicación multiplataforma con 3 características: en primer lugar el diseño asistido por computadora (CAD), en segundo lugar como fabricación asistida por computadora (CAM), y en tercer lugar como un conjunto de software de ingeniería asistida por computadora (CAE). El software está escrito en el lenguaje de programación C++ y está enfocado a la ingeniería y producción de objetos.	•	•	•	•	•	•	•
Blender	Es una aplicación gratuita y de código abierto para la creación de películas de animación, efectos visuales, arte, modelos impresos en 3D, aplicaciones interactivas en 3D y videojuegos. Sus herramientas incluyen el texturizado, edición de superficies por mallas, simulación de fluidos y de humo, simulación de partículas, simulación de cuerpo blando, escultura, animación, cámara de seguimiento, edición de video y composición. Además, incluye un motor de juego integrado.	•	•		•	•	•	•
AutoCAD	Es una aplicación para diseño asistido por computadora en 2D y 3D utilizado en una amplia gama de industrias, por arquitectos, jefes de proyecto, ingenieros, diseñadores gráficos y otros profesionales. Su uso está enfocado al dibujo de planos técnicos.	•	•	•	•			•
Rhino3D	Se basa en el modelo matemático NURBS, que se centra en la producción de una representación matemática precisa de curvas y superficies de forma libre en gráficos por computadora, a diferencia de las aplicaciones basadas en malla poligonal. Permite el desarrollo de terceros para agregar funciones especiales y más complejas.	•	•	•	•	•		•
OpenSCAD	Es una aplicación libre para la creación de objetos 3D CAD sólidos. No es un modelador interactivo, sino más bien un compilador 3D basado en un lenguaje de descripción textual. Un documento especifica formas primitivas geométricas y define la forma en que sean modificadas y manipuladas para hacer un modelo 3D.	•	•					•
Autodesk Inventor	Es un programa de diseño mecánico de modelado sólido desarrollado para crear prototipos digitales en 3D. Se utiliza para diseño mecánico 3D, la comunicación del diseño, la creación de herramientas y simulación de productos. Este programa permite a los usuarios producir modelos 3D precisos para ayudar en el diseño, la visualización y la simulación de los productos antes de que se construyan.	•	•	•	•	•	•	•
3dsMax	Es un programa de creación de gráficos y animación 3D, con su arquitectura basada en plugins, es uno de los programas de animación 3D más utilizado, especialmente para la creación de videojuegos, anuncios de televisión, en arquitectura o en películas.	•	•		•	•	•	•
Cinema4D	Es un software de creación de gráficos y animación 3D, permite modelado de primitivas, splines, polígonos, texturización y animación. Sus principales virtudes son una muy alta velocidad de renderización, una interfaz altamente personalizable y flexible, y una curva de aprendizaje muy vertical donde en poco tiempo se aprende mucho.	•	•		•	•	•	•
KeyShot	Es un programa de renderizado e iluminación que permite obtener imágenes fotográficas a partir de modelos 3D, emplea técnicas de muestreo que generan resultados matemáticamente correctos, materiales científicamente mejorados, materiales adaptativos según el muestreo y un sistema de iluminación que permite al usuario visualizar los cambios realizados en tiempo real. Debido a su gran sencillez permite a cualquier persona que maneje modelos en 3D crear imágenes fotográficas en pocos minutos independientemente del tamaño del modelo.				•	•		•



Lumion	Es un programa de visualización arquitectónica y de producto. Permite a cualquier diseñador transformar sus diseños CAD en increíbles renders sin tener nociones previas. Permite hacer imágenes en 360° y estereoscópicas para realidad virtual especialmente para iluminación solar en interiores y exteriores.					•	•	•	•
SketchBook	Es una aplicación para dibujar con una gran variedad de pinceles digitales en vectores o en píxeles. Es la elección de diseñadores de producto, arquitectos, diseñadores automotrices e industriales para iterar rápidamente y comunicar sus ideas.	•							•

2.2.1 Diseño asistido por computadora

El dibujo asistido por computadora, más conocido por sus siglas en inglés CAD¹³ (*computer-aided design*), consiste en el uso de herramientas de cómputo que ayudan a ingenieros, arquitectos y diseñadores a crear entidades geométricas tridimensionales para crear objetos virtuales, ensamblarlos, y observar su funcionalidad.

El CAD ayuda en la creación, modificación, análisis, o la optimización de un diseño y se utiliza para:

- Aumentar la productividad del diseñador.
- Mejorar la calidad del diseño.
- Mejorar las comunicaciones a través de documentación.
- Crear una base de datos para la fabricación.

La exportación de archivos CAD es principalmente en forma de archivos electrónicos para impresión, mecanizado, u otras operaciones de fabricación. Los archivos resultantes del CAD deben transmitir información, tales como materiales, procesos, dimensiones y tolerancias, según las convenciones específicas de la aplicación.

El CAD se utiliza en muchos campos. Su uso en el diseño de sistemas electrónicos que se conoce como la automatización de diseño electrónico, o EDA. En el diseño mecánico se le conoce como la automatización de diseño mecánico MDA. También existe la fabricación asistida por computadora, también conocida por las siglas en inglés CAM *computer-aided manufacturing*, que implica el uso de computadores y tecnología de cómputo para ayudar en la fase directa de manufactura de un producto, es un puente entre el CAD y el lenguaje de programación de las máquinas herramientas con una intervención mínima del operario. Y también existe la Ingeniería asistida por computadora CAE, del inglés *computer-aided engineering* que es la disciplina que se encarga del conjunto de programas informáticos que permiten analizar y simular los diseños de ingeniería para valorar sus características, propiedades, viabilidad, y rentabilidad, su finalidad es optimizar su desarrollo y consecuentes costos de fabricación, y reducir al máximo las pruebas para la obtención del producto deseado.

El CAD se utiliza ampliamente en muchas industrias como:

- Automotriz
- Naval
- Aeroespacial
- Diseño industrial
- Arquitectónica
- Médica
- Publicidad
- Cinematografía, y muchos más

2.3 Generalidades

El dibujo industrial¹⁴ se comprende como toda disposición, conjunto o combinación de figuras, líneas o colores que se desarrollen en un plano para su incorporación a un producto industrial con fines de ornamentación y que le otorguen,

¹³ El término CAD fue inventado por el francés Pierre Bézier, ingeniero de los *Arts et Métiers ParisTech*. Bezier desarrolló los principios fundamentales del CAD con su programa UNISURF en 1966. Creador de las llamadas curvas y superficies Bézier que llevan su nombre que en la actualidad se usan de manera habitual en la mayoría de los programas de diseño.

¹⁴ Cuando el diseño industrial es 3D, se habla de modelo industrial, se trata de un objeto que ocupa un lugar en el espacio. El diseño industrial en 2D recibe el nombre de dibujo industrial, que se desarrolla en un plano y que combina líneas y colores.



a ese producto, una apariencia nueva. La diferencia entre diseño y dibujo industrial, es que este último es bidimensional, en tanto los diseños son tridimensionales.

El dibujo industrial permite plasmar ideas y comunicar proyectos a través del uso de escalas, perspectivas y diversas técnicas de representación. En estos dibujos suelen utilizarse símbolos para facilitar la inclusión de datos que sean fáciles de comprender para todos los profesionales.

El dibujo industrial contempla múltiples intereses:

- La representación formal y descriptiva de un concepto, con la certeza de que es conforme a lo que la persona que lo concibe ha imaginado.
- La comunicación técnica de datos a los cuerpos profesionales implicados en la realización del proyecto, planos, principio de funcionamiento, diseño de conjunto.
- La información en un dibujo industrial debe contener las dimensiones de los elementos, su forma o los materiales utilizados.
- Mediante la realización de croquis y esquemas, el dibujante participa igualmente en la verificación de la fiabilidad del proyecto, el análisis de riesgo y los costos de producción.
- Puede utilizarse en la ingeniería mecánica, civil, eléctrica, así como en la electrónica. Es indispensable para la realización de un prototipo por parte de los equipos de ingenieros al cargo de su creación.

Existen múltiples tipos de dibujos según sus características, hay dibujos a mano alzada, dibujos artísticos, dibujos geométricos, dibujos técnicos, dibujos arquitectónicos, dibujos eléctricos, dibujos mecánicos y dibujos topográficos, entre otros. Podemos decir que los dibujos industriales son aquellos gráficos o planos que brindan información de utilidad sobre un procedimiento o un dispositivo de un sector de la industria.

El dibujante industrial tiene por misión realizar diferentes tipos de dibujo. Podemos clasificarlos en grandes categorías:

- El croquis: es el primer boceto de un proyecto. Generalmente realizado a mano alzada, es aproximado pero da una primera idea global del concepto. Es útil durante la fase de concepto.
- El esquema: es un dibujo normalizado, realizado a partir de símbolos que permiten representar rápidamente las funciones y características de un producto de manera simplificada.
- El dibujo de conjunto: es un dibujo a escala que representa el proyecto en su globalidad, de forma no esquematizada. Se utiliza en la fase de concepto y resalta las soluciones elegidas.
- El dibujo de definición: presenta de forma completa el producto. Figuran todos sus componentes y funciones. Es un documento útil cuando se presenta un proyecto a un fabricante.
- El diseño de fabricación: realizados a partir de dibujos de definición, el dibujo de fabricación da indicaciones útiles para la fabricación de los elementos que componen el producto final.
- El dibujo de detalle: se trata de acercamientos de una parte del proyecto. Al detallar un elemento preciso del conjunto, el dibujante puede aclarar un punto en concreto. El dibujo de detalle es generalmente un complemento del dibujo de fabricación para la producción.

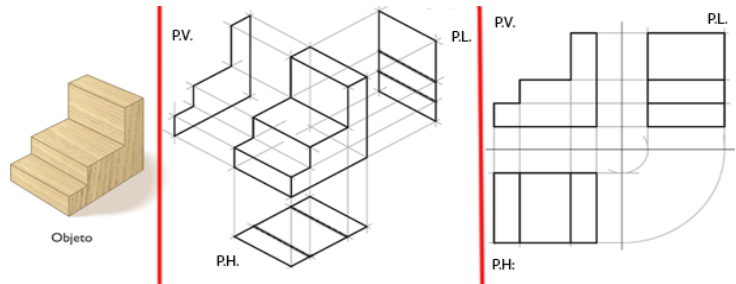
2.3.1 Proyección

Se denomina proyección ortogonal al sistema de representación que nos permite dibujar en diferentes planos un objeto situado en el espacio. De este modo, el resultado es la posibilidad de contar con dos o más puntos de vista distintos del objeto. Consiste en representar cada uno de los lados del objeto por separado, para detallar y dimensionar.



La proyección ortogonal es una herramienta muy utilizada en el campo del dibujo técnico para lograr la representación gráfica de un objeto. Existen tres grandes planos de proyección: horizontal, vertical y lateral. La intersección de estos planos se produce en ángulos rectos, formando diversos cuadrantes.

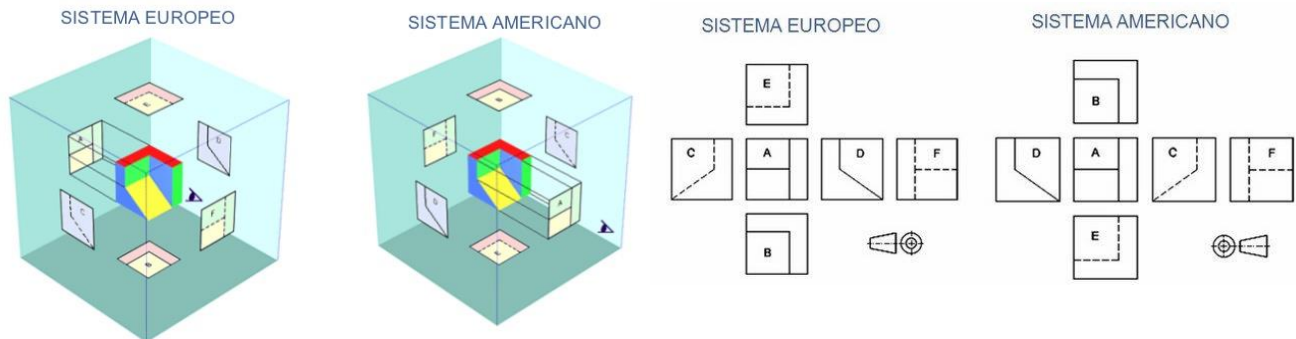
Hay que tener en cuenta que si las proyecciones ortogonales cobran gran valor es, entre otras cosas, porque las mismas permiten descubrir, en cada una de las vistas que se llevan a cabo, unas propiedades o características del objeto que no se pueden percibir en otra.



Las vistas ocupan un lugar central en el trabajo del dibujante técnico quien representa así el objeto gracias a diferentes vistas, permitiendo una representación completa del objeto desde todos los ángulos.

El dibujo también puede representar 6 vistas distintas: alzado, planta, perfil derecho e izquierdo, vista posterior e inferior. Su disposición está también definida de forma precisa. Existen dos convenciones: americana y europea. En ambos métodos, el objeto se supone dispuesto dentro de un cubo, sobre cuyas seis caras, se realizarán las correspondientes proyecciones ortogonales del mismo.

La diferencia radica en que, mientras en el sistema Europeo, el objeto se encuentra entre el observador y el plano de proyección, en el sistema Americano, es el plano de proyección el que se encuentra entre el observador y el objeto. (Chevalier, 2008)



2.3.2 Croquizado

El croquis es una representación rápida realizada a mano alzada, sin instrumentos de dibujo y con medidas aproximadas, que nos permiten la visualización e interpretación de una pieza determinada. El croquis debe ser claro y limpio, además debe llevar cotas para saber el tamaño de los objetos.



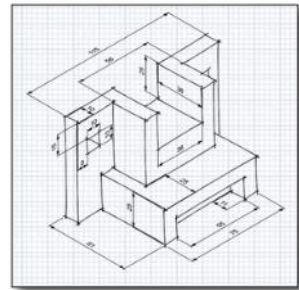
Un buen croquis es capaz de dejar la pieza debidamente definida, por lo que es conveniente que se realice con destreza. Tiene que ser claro, conciso y completo para que la pieza quede perfectamente definida y que pueda ser interpretado por personas distintas a su autor.

Como se hace a mano alzada, no se utilizan ni medidas ni escalas, aunque es muy importante que guarde la proporción en las medidas. Después de tener definidas las vistas se colocarán las cotas, que dejarán la pieza definida con sus medidas exactas.

El croquis se puede utilizar para delinear el plano definitivo, aunque un buen croquis es suficiente para la fabricación de la pieza. Un croquis realizado en isométrico¹⁵ y acotado es un recurso que, si está bien realizado, deja definida la pieza. Los croquis pueden ser de muy variadas condiciones: exposición de ideas, esquemas de ejecución, esquemas de cálculo, de proyectos de trabajo o taller, etc.

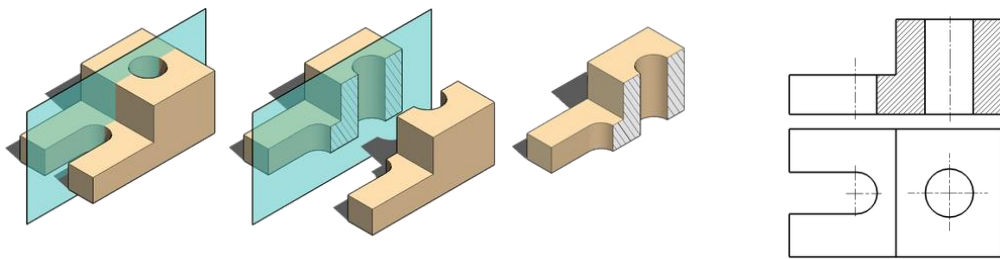
Un croquis puede realizarse partiendo de:

- Una idea: en el momento de proyectar o representar una idea en papel para una necesidad concreta.
- De una pieza real: dicha pieza puede moverse y observarse desde cualquier ángulo.
- De una pieza en perspectiva: para tener una referencia de sus medidas sin la distorsión de la perspectiva.



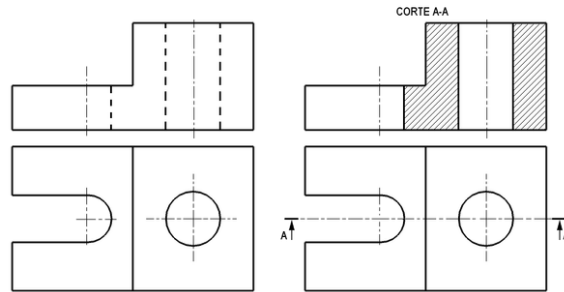
2.4 Tipo de Secciones

Debido a que muchas piezas son complejas, o detalladas sobre todo en su parte interna, es difícil representarlas porque las aristas ocultas no pueden acotarse y en ocasiones tienden a ser muchas. La solución a este problema es realizar cortes y secciones. Un corte es una representación de la parte de una pieza que fue dividida a través de un plano de corte donde este último crea una superficie que se representa en una vista junto con todo lo que se encuentra detrás de ella. Las secciones permiten representar la pieza, a diferencia de los cortes, en esta solo se muestra la parte que estuvo en contacto con el plano de corte.



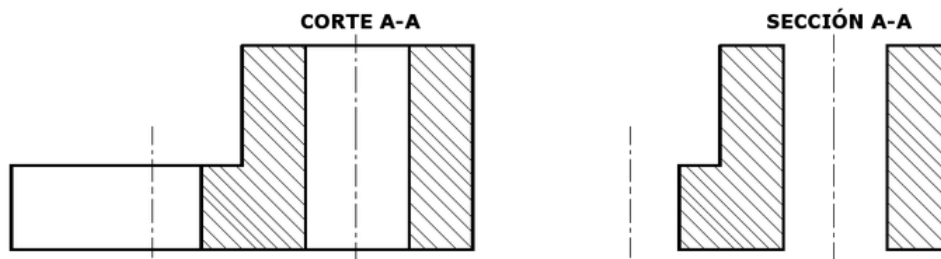
El corte se representa en las vistas del dibujo a través de una línea fina de trazo y punto con dos líneas gruesas en los extremos, debajo de las cuales se colocan unas flechas que indican el sentido de visualización del corte y sobre ellas dos letras en mayúscula que le dan un nombre al mismo.

¹⁵ Una proyección isométrica es un método gráfico de representación visual de un objeto tridimensional en dos dimensiones, en la que los tres ejes ortogonales principales, al proyectarse, forman ángulos de 120°, y las dimensiones paralelas a dichos ejes se miden en una misma escala.



La diferencia entre corte y sección radica en que un corte se tendrá que representar con todas las líneas de contorno que contiene la pieza, una vez que eliminamos (imaginariamente) la parte que queda entre el plano de corte y el observador, mientras que una sección es la representación del plano de la pieza por donde pasa el plano de corte:

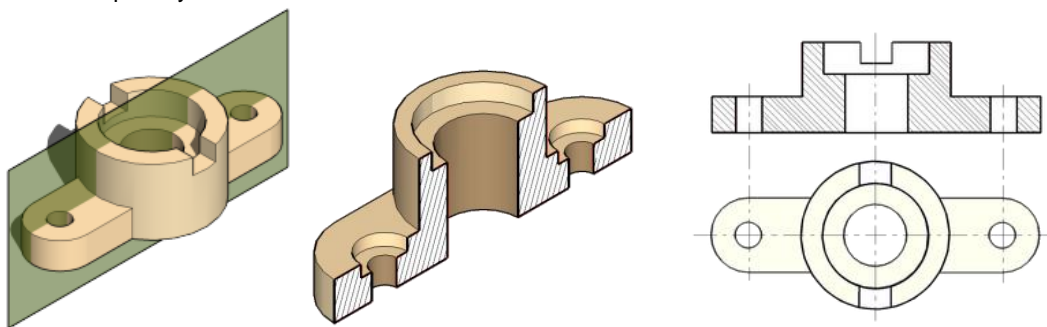
- En el corte A-A se verá la superficie de corte de la pieza y el contorno posterior de la pieza.
- En la sección A-A, se verá únicamente la parte de la pieza por donde pasa el plano de corte.



Los planos afectados por el corte o sección se resaltan mediante un rayado fino y de líneas paralelas, realizadas con 45° de inclinación con respecto a los ejes de simetría o al contorno principal de la pieza. La separación entre las líneas de rayado dependerá de tamaño de la pieza incluso del material, este rayado debe realizarse según se indica en la norma ISO 128. (ISO, ISO 128-1:2003, 2017)

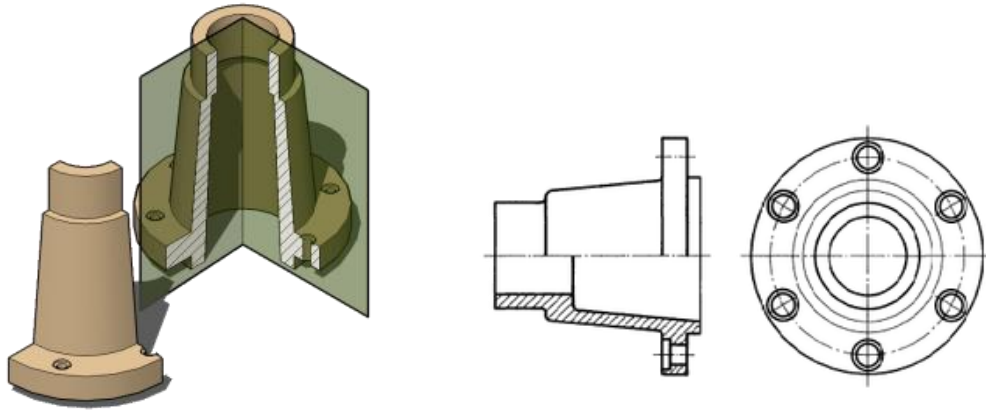
Debido a la gran variedad de piezas y con distintas posibilidades de zonas ocultas, nos encontramos diferentes tipos de cortes que están dirigidos a representar claramente las características de las piezas. En un dibujo industrial podemos encontrar:

- Corte total: es el producido por un plano a lo largo de toda la pieza donde se elimina la mitad de la pieza. Este tipo de corte es recomendable en dos ocasiones:
 - Cuando es necesaria una segunda vista para completar la acotación necesaria.
 - Cuando es necesaria la segunda vista ya que la vista en corte no es suficiente para tener una idea clara de la pieza y su función.

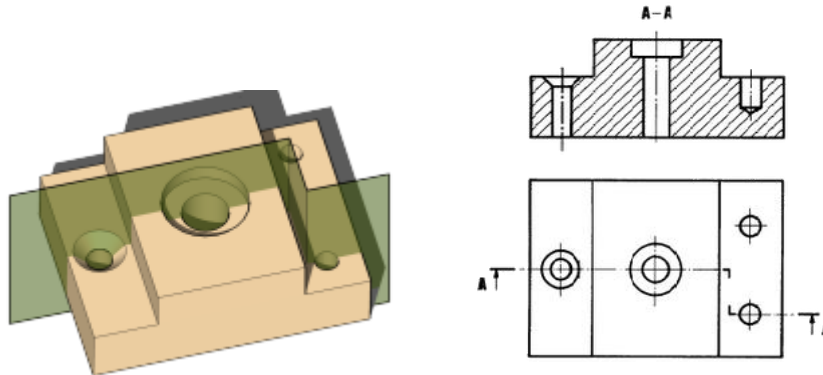




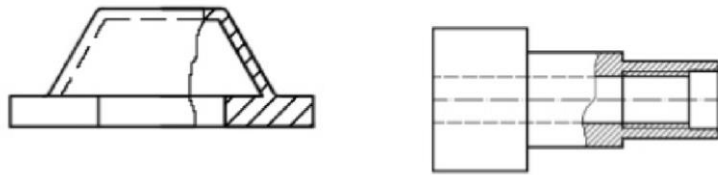
- Semicorte o corte al cuarto: también llamado medio corte o corte a un cuarto, es el que se produce a una pieza simétrica, quedando media vista en corte y la otra sin corte donde se elimina una cuarta parte. En este tipo de corte no se representarán aristas ocultas, con objeto de que la representación sea más clara. Siempre que sea posible, se acotarán los elementos exteriores de la pieza a un lado, y los interiores al otro. Este tipo de corte es recomendable en dos ocasiones:
 - Cuando en cada una de las partes se ven detalles, que no quedarían determinados en una sola vista con otro tipo de corte.
 - Cuando este tipo de corte supone un ahorro notable de trabajo, por ser más fácil la parte visible exterior que la parte cortada.



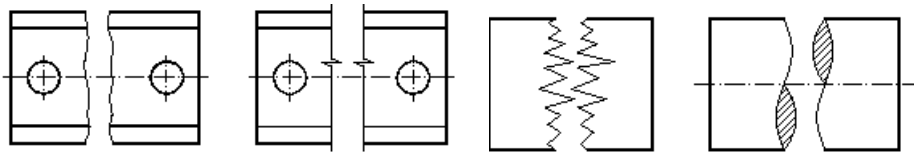
- Corte por planos paralelos: se realiza en piezas con elementos a cortar dispuestos de forma paralela. Adopta un recorrido quebrado, pasando el plano de corte por los distintos elementos que se quiere definir. El plano de corte se representa con una línea de eje (línea y punto), resaltado con dos trazos gruesos al final de la línea y en los cambios de plano. El corte (alzado) se representa como si fuera un solo plano. Este tipo de corte es recomendable:
 - Cuando necesitamos definir distintas partes internas en una pieza que se sitúan de forma paralela a los planos de proyección.



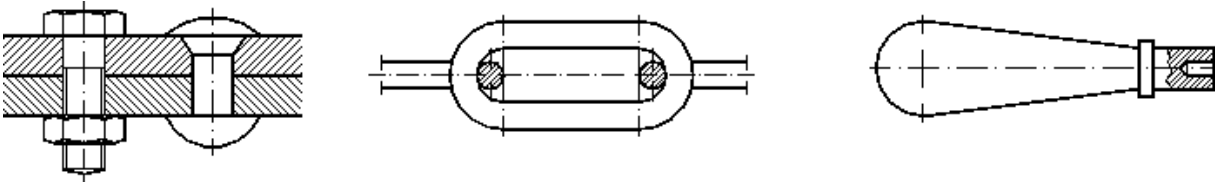
- Corte parcial o mordedura: en ocasiones solo necesitamos poder representar pequeños detalles interiores de una pieza, en estos casos no será necesario un corte total o al cuarto, y será suficiente con este tipo de corte. El corte parcial se delimitará mediante una línea fina y ligeramente sinuosa.



- Corte por ruptura: cuando se trata de dibujar objetos largos y uniformes, se suelen representar interrumpidos por líneas de ruptura que ahorran espacio de representación, al suprimir partes constantes y regulares de las piezas, y limitar la representación, a las partes suficientes para su definición y acotación. Pueden representarse mediante unas líneas finas, a mano alzada y ligeramente curvas, como una línea quebrada y en zigzag para materiales como la madera, o mediante lazadas para piezas cilíndricas o cónicas.



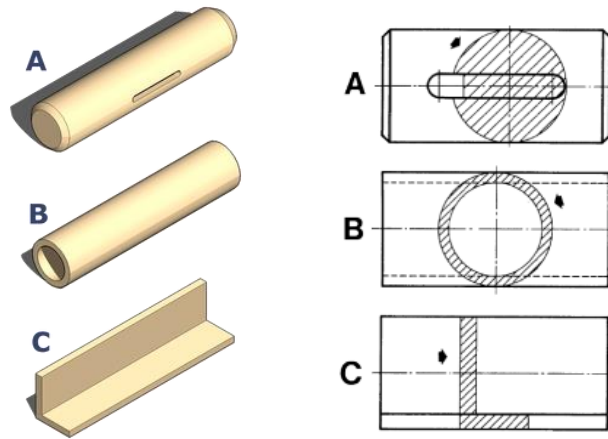
Existen elementos que no se seccionan en los dibujos industriales, tal es el caso de: los tornillos, tuercas, arandelas pasadores, remaches, eslabones de cadena, chavetas, tabiques de refuerzo, nervios, orejeras, bolas de cojinetes, mangos de herramientas, ejes, brazos de ruedas y poleas, etc.



2.4.1 Sección Interpolada

Podemos encontrar en un dibujo industrial diferentes tipos de secciones dependiendo la forma del objeto y la parte que se quiera representar. Dependiendo la localización en un dibujo, éstas pueden ser interpoladas o separadas.

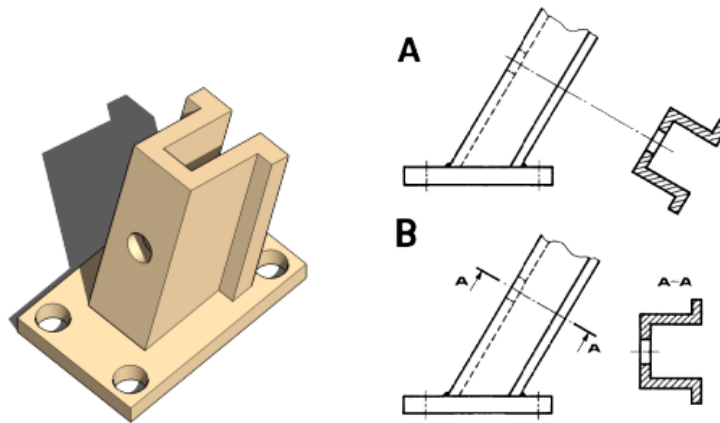
- Secciones interpoladas o abatidas sin desplazamiento: se utilizan siempre que no obstaculicen la claridad de la representación. Están producidas por planos perpendiculares a los de proyección, y se representan girándolas 90° sobre su eje, hasta colocarlas sobre el mismo plano del dibujo. Se representarán delimitadas por una línea fina. Su contorno se traza con línea llena fina, así como el rayado de su superficie.



Este tipo de sección es recomendable en piezas de grandes dimensiones, cuando solo pretendamos representar un pequeño detalle de ellas. También las podemos emplear para indicar los espesores de nervadura en piezas de fundición.

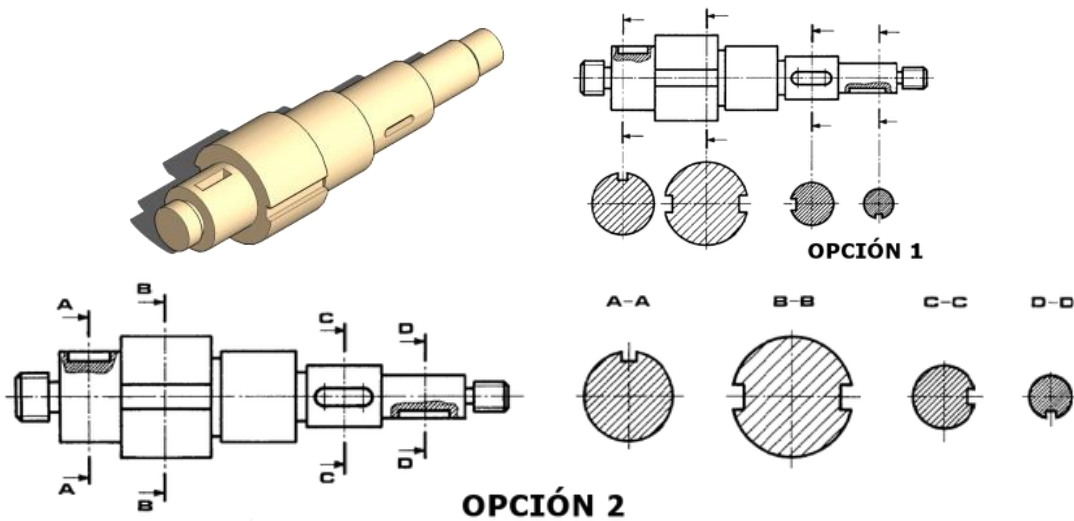
2.4.2 Sección Separada

- Secciones separadas o abatidas con desplazamiento: la sección desplazada puede colocarse en la posición de proyección normal, cerca de la pieza y unida a esta mediante una línea fina de trazo y punto, o bien desplazada a una posición cualquiera, en este caso se indicará el plano de corte y el nombre de la sección. Este tipo de sección se dibuja lo más cercano posible a la pieza.

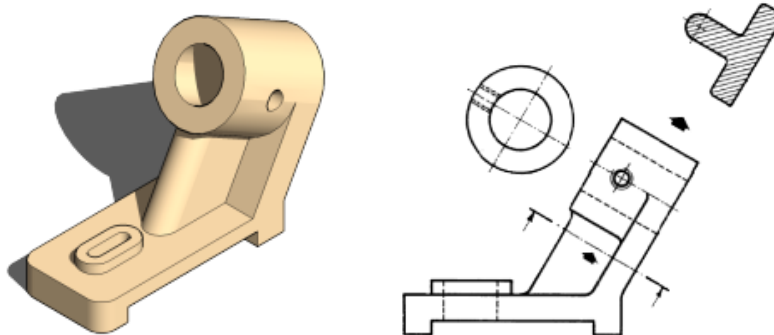


Este tipo de sección es recomendable cuando se prevea que la acotación de una sección abatida puede recargar el dibujo con líneas la representación.

- Secciones abatidas sucesivas. El desplazamiento de la sección se podrá realizar a lo largo del eje; desplazadas a lo largo del plano de corte, o desplazadas a una posición cualquiera, dependiendo de la configuración del propio dibujo o de la mejor comprensión del mismo.



- Secciones auxiliares: consisten en representar la sección sobre un plano paralelo al plano de corte. Se debe situar lo más próximo posible a la vista, donde hemos indicado el recorrido de la misma. (Cecil, Jay, & Dennon, 2004)



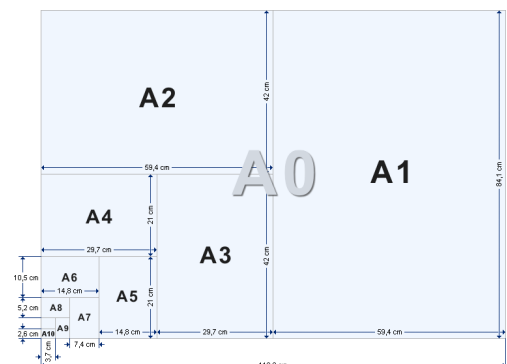
2.5 Técnicas de Croquizado

El dibujo industrial responde a normas específicas, debe resultar claro para todos y fácilmente comprensible. El dibujante técnico respeta por tanto unas normativas estandarizadas como la norma ISO 216 (ISO, ISO 216:2007, 2017) que especifica los tamaños de papel donde dibujar y especificaciones generales de dibujo.

Según el objeto del dibujo técnico, puede que no se pueda representar en tamaño real. Utilizamos entonces las escalas para reducir o agrandar el modelo y representarlo así en una hoja.

Los formatos están igualmente normalizados. Existen 5 formatos:

- A4: 210 x 297 mm
- A3: 420 x 297 mm
- A2: 420 x 594 mm
- A1: 840 x 594 mm
- A0: 840 x 1188 mm





Las hojas deben estar siempre plegadas para caber en una carpeta formato A4. Durante el plegado, el pie de plano aparecerá siempre de manera visible sin despegar la hoja. Así, resultará más fácil archivar los documentos. El objetivo del pie de plano es en efecto poder identificar el contenido de un dibujo sin tener que desplegarlo.

El tipo de línea de los dibujos industriales responde también a estándares precisos definidos por la norma ISO 128 (ISO, ISO 128-1:2003, 2017), donde encontramos: trazos gruesos, trazos medios, trazos finos, trazos discontinuos, trazos continuos, trazos punto y línea, dependiendo el objeto que se quiera representar. Esta variedad de trazos permite al dibujante dar informaciones específicas referentes a los elementos representados. Los trazos discontinuos, por ejemplo, representan elementos ocultos y los trazos finos se utilizan para la acotación.

El dibujo de conjunto es la representación de un grupo de piezas que forma un mecanismo, una máquina, una instalación, un montaje. Por lo tanto, en el dibujo de conjunto se representan las distintas piezas que forman el conjunto de tal forma que aparecen montadas en la posición real de funcionamiento.

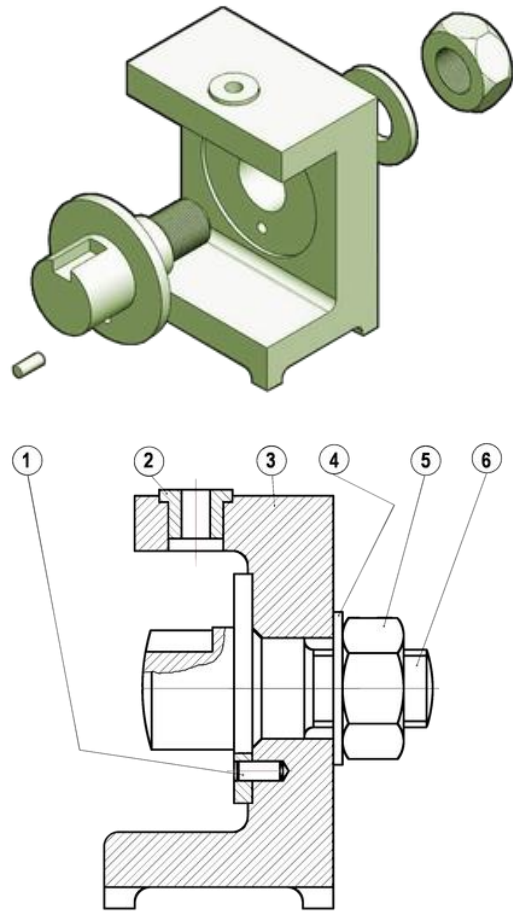
Las piezas, en sí mismo, carecen de significado ya que han sido diseñadas para que formen parte de un mecanismo, de una instalación, o de una máquina. En el dibujo de conjunto se observan las piezas con su forma real, dimensiones, posiciones, materiales, etc., todo ello relacionado con otras piezas que componen el mecanismo; se observa la pieza y su utilidad dentro de un mecanismo.

Las distintas piezas que forman el conjunto, están identificadas por medio de marcas con un número asociado. Este tipo de dibujos son imprescindibles para efectuar las labores de montaje de la máquina o mecanismo representado, permitiendo observar la posición relativa de cada una de las piezas y su relación dentro del conjunto, como las distancias entre ejes, distancias entre puntos fundamentales, controles de posición.

En los planos de conjunto deben verse todas las piezas que lo componen, evitando las líneas de trazos. Para ello será necesario dibujar las vistas, cortes y rupturas necesarios para interpretar el funcionamiento del conjunto, y visualizar, al menos parcialmente, cada una de las piezas del conjunto.

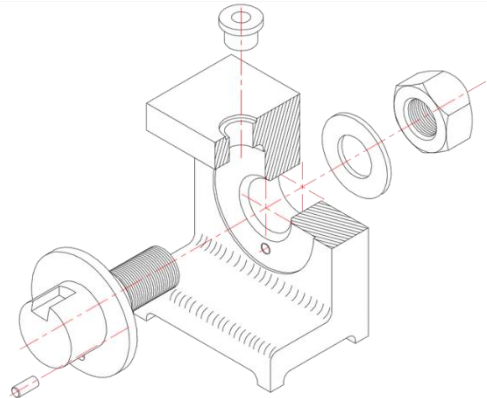
El dibujo de despiece es aquél en el que se representan todas y cada una de las piezas no normalizadas que constituyen el mecanismo representado en el dibujo de conjunto, colocadas de tal forma que proporciona una importante información para el montaje del mecanismo representado.

Normas básicas a tener en cuenta para la realización del dibujo de despiece:





- No se representan las piezas normalizadas. Se designan en el pie de plano de conjunto.
- Representar las piezas no normalizadas, con las vistas necesarias y todos los datos técnicos como: dimensiones, signos superficiales, tolerancias, tratamientos, necesarios para su fabricación.
- Respetar en lo posible, la posición ocupada por la pieza en el conjunto.
- Normalmente se representa en isométrico, en este tipo de representación se van colocando las distintas piezas de forma correlativa, desde las piezas centrales o básicas a las más extremas o accesorias, indicando los ejes de simetría y los ejes por los que las piezas deben ir incorporándose al acoplamiento.



Los dibujos deben contar con una tabla de datos conocido como pie de plano, que es un marco que reagrupa un cierto número de informaciones obligatorias con respecto al dibujo. Tradicionalmente, se encuentra abajo a la derecha del dibujo. Entre los elementos que se señalan, encontramos:

- El nombre de la pieza
- La escala aplicada
- El nombre del dibujante y de la sociedad
- El modo de proyección (europeo o americano)
- La fecha
- El formato del dibujo

El dibujo industrial debe contener una lista de despiece que es un listado de todos los elementos que constituyen un conjunto, o subconjunto, designados previamente con las marcas o números asociados. Este listado debe acompañar al dibujo de conjunto para completar la información.

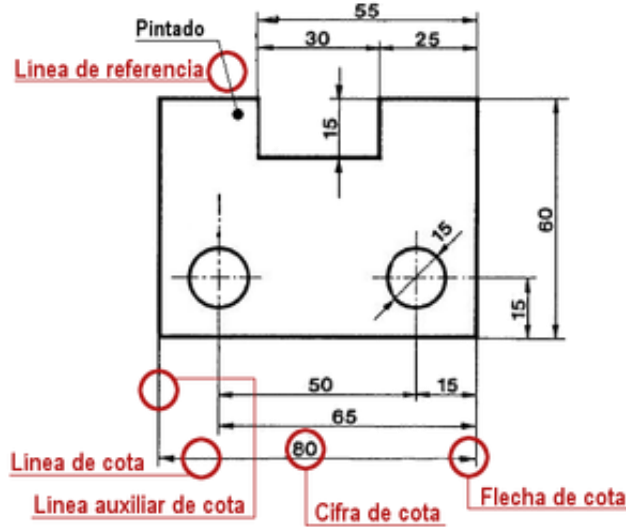
La forma de inscribir todos los datos de los elementos de un plano en el cuadro de datos está definida por la norma ISO 7573 que indica:

- Los elementos que figuran en la lista y su representación en el plano están relacionados mediante la referencia a la marca.
- La lista de elementos proporciona toda la información necesaria para la producción o el suministro de los elementos.
- La lista de piezas debe hallarse sobre el cuadro de datos, en el mismo plano en que se encuentra el conjunto. La lista tendrá tantos renglones como piezas integren el conjunto, y se comenzará la anotación y numeración desde abajo.
- Si el conjunto tiene muchas piezas y no hay espacio suficiente en el plano, se realizará aparte, en formato A4. En este caso, al estar en una hoja separada y para facilitar el tratamiento automatizado de la lista se comenzará a escribir desde arriba hacia abajo, empezando por la línea superior.

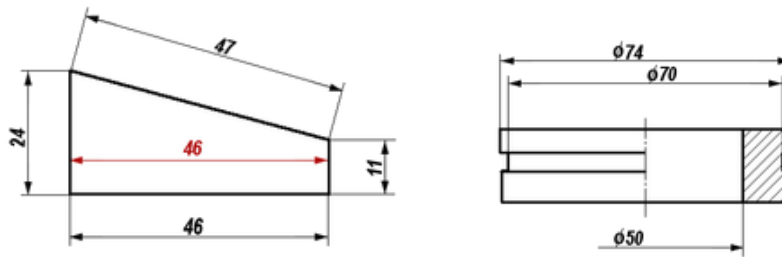
1	Eje	6		NB 1030	ø75x95													
1	Tuerca hexagonal	5		NB 1020	ø1"													
1	Arandela	4		NB 1020	ø26													
1	Soporte	3		AF 2535														
1	Casquillo	2		NB 1030	ø24x16													
1	Pasador cilíndrico	1		NB 1030	ø1/4"x15													
Nº p.	Denominación y observaciones		Md.	Dib.Nº	Mater.	Dimen.	Peso											
<table border="1"> <thead> <tr> <th>N</th> <th>Fecha</th> <th>Nombre</th> <th>Nota</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Dibujado</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Comprob.</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>							N	Fecha	Nombre	Nota	Dibujado				Comprob.			
N	Fecha	Nombre	Nota															
Dibujado																		
Comprob.																		
Escala				Rama:		Lamina												
1:1				DISPOSITIVO DE FURAR ANEIS		Especialidad:												
						Curso:												



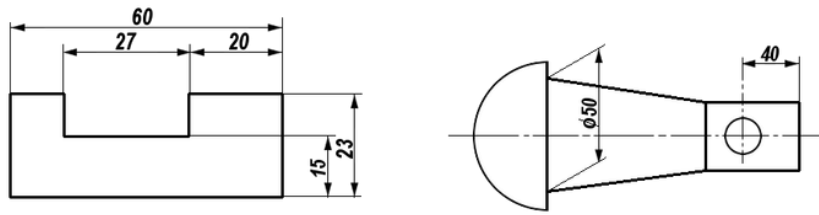
Para saber las medidas de los objetos y llevar a cabo una correcta acotación en los dibujos industriales se utilizan los elementos de acotación que son: líneas de cota, línea auxiliar de cota, cifra de cota, flecha de cota y línea de referencia.



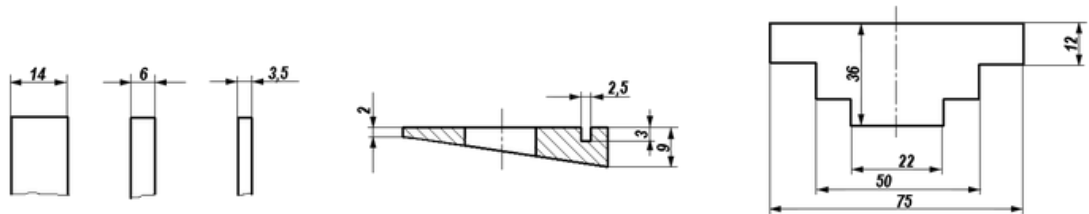
- Línea de cota: sirven para soportar las medidas. Encima de ellas colocaremos la cifra que indica la dimensión de esa medida, por lo que las líneas de cota indican las medidas de los objetos. Se trazan con línea llena, continua y fina. Se disponen generalmente paralelas a la dimensión que se quiere indicar. Preferentemente se colocarán fuera del cuerpo representado, pero si no fuera posible, se podrá colocar dentro de la vista. Las líneas de cota terminan en flecha, aunque también pueden acabar en trazos o puntos. No deberán cruzarse las líneas de cota unas con otras. Los ejes y aristas no deberán tomarse como líneas de cota.



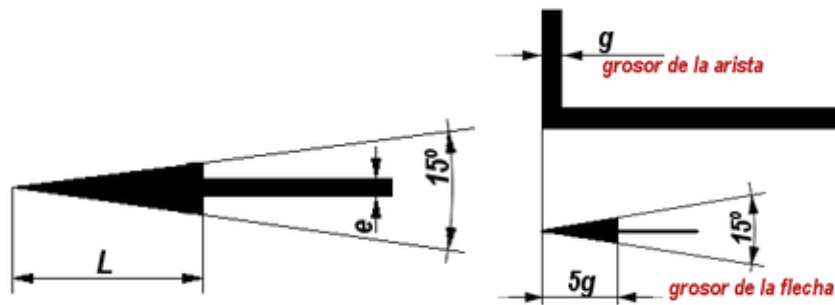
- Línea auxiliar de cota: es la línea que marca los límites de la línea de cota, nos indica en donde empieza la medida y en donde acaba, por lo que son líneas que limitan a las líneas de cota. Son de trazo fino y parten de las aristas. Se trazan de las mismas características que las líneas de cota, es decir, con línea llena, continua y fina. Se utilizan cuando las líneas de cota no se sitúan entre las aristas del objeto. Son perpendiculares a las líneas de cota. Las líneas de eje pueden aprovecharse como líneas auxiliares de cota. Para evitar confusiones, las líneas de cota y las líneas auxiliares de cota no deben cortarse.



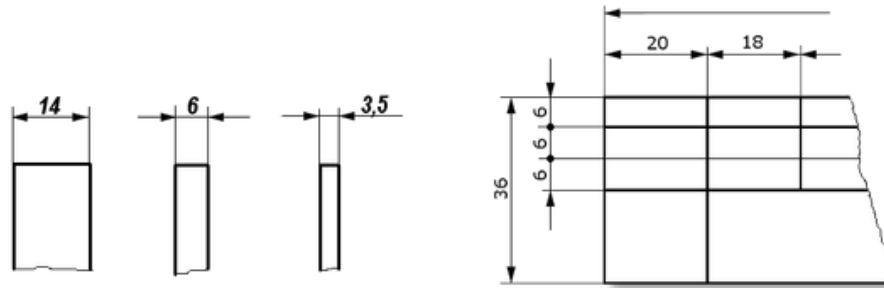
- **Cifra de cota:** es el número que indica la medida. Tiene que ser claro para que no exista la posibilidad de error. Se sitúa centrada en la línea de cota y apoyada sobre ella. No sirve con la escritura normal y tiene que estar rotulada. Puede ser recta o en cursiva, pero se mantendrá el mismo criterio para todo el dibujo. Podrá situarse en medio de la línea de cota, interrumpiendo esta, o sobre la misma dependiendo lo que sea más cómodo para dibujar. La altura será uniforme y proporcional al tamaño del dibujo. Todas las cifras se indicarán en una misma unidad, generalmente en milímetros. Si hubiera necesidad de utilizar otra unidad, se colocará después de la cifra. Las cifras, por practicidad, se colocarán encima de la línea de cota. Las cifras, siempre que se pueda, se colocarán dentro de las líneas auxiliares de cota, si no hubiera sitio suficiente, se colocarán fuera. La base de las cifras deben ser paralela a la línea de cota. Las cifras no serán ni separadas ni cruzadas por líneas, ni se colocarán sobre aristas ni puntos de intersección.



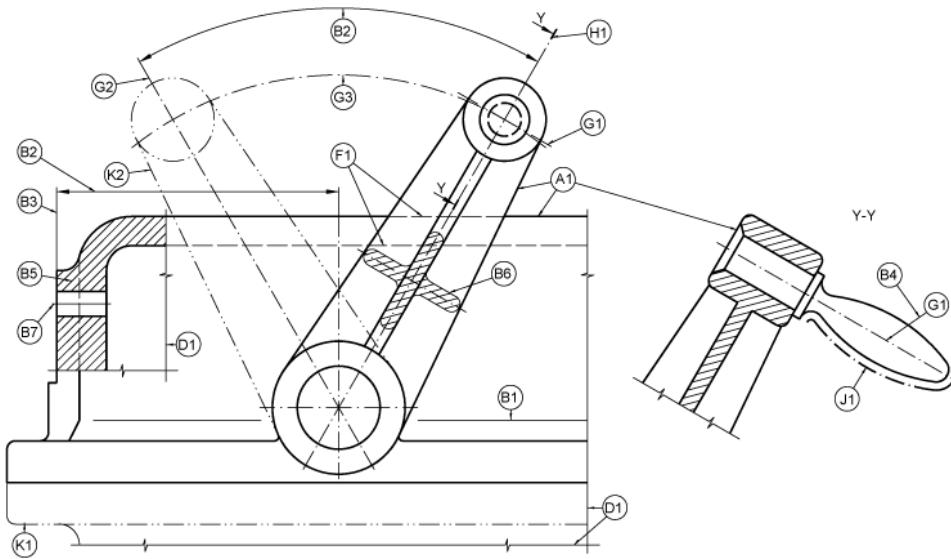
- **Flecha de cota:** es el elemento donde finalizan las líneas de cota. Sirve para indicar de donde a donde llega la dimensión de esa cota, aunque no siempre finaliza en flecha. Las flechas de cota tienen forma de triángulos isósceles de altura 5 veces el grosor de las aristas de contorno; el ángulo desigual de dicho triángulo es de 15° . Las líneas de cota acaban en dos flechas, situadas en los extremos. El espacio intermedio se rellena y deben estar apoyadas sobre las aristas o sobre las líneas auxiliares de cota. Las flechas, en caso de falta de espacio, pueden sustituirse por puntos. Las flechas, siempre que se pueda, se colocarán por dentro de las líneas auxiliares de cota, si no hubiera espacio suficiente, se colocarán por fuera. En construcción y estructuras metálicas, en vez de flechas se utiliza un trazo de 45° de inclinación. Se evitará el cruce de flechas con líneas gruesas, para resolver este caso, se creará una interrupción en la línea gruesa.













- **Línea de referencia:** sirven para indicar un valor dimensional, o una nota explicativa en los dibujos, mediante una línea que une el texto a la pieza. Serán cortas y deberían sacarse de la representación de forma oblicua. Las líneas de referencia estarán definidas por: una flecha, cuando acaba en una arista del cuerpo; un punto, cuando finaliza en una superficie; sin elemento, ni flecha, ni punto, cuando terminan en otra recta. En el Dibujo de Conjunto se utiliza para identificar las piezas por medio de sus marcas.



En los dibujos técnicos se utilizan diferentes tipos de líneas, sus tipos y espesores, y también se rigen por diferentes normas ISO. En la siguiente tabla se especifican los diferentes tipos de líneas, su designación y su aplicación. (Biguri, 2016)



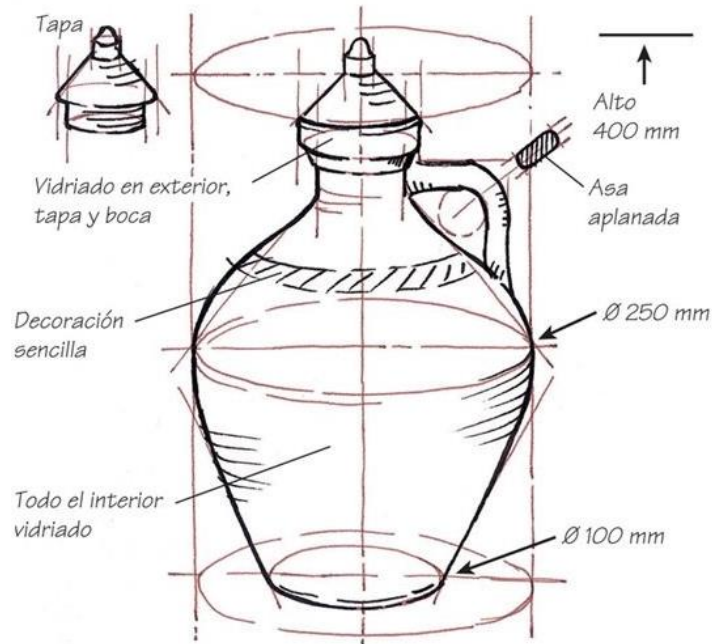


Línea	Designación	Aplicaciones generales
A 	Llena gruesa	A1 Contornos vistos A2 Aristas vistas
B 	Llena fina (recta o curva)	B1 Líneas ficticias vistas B2 Líneas de cota B3 Líneas de proyección B4 Líneas de referencia B5 Rayados B6 Contornos de secciones abatidas sobre la superficie del dibujo B7 Ejes cortos
C  D(1) 	Llena fina a mano alzada (2) Llena fina (recta) con zigzag	C1 Límites de vistas o cortes parciales o interrumpidos, si estos límites no son líneas a trazos y puntos
E  F 	Gruesa de trazos Fina de trazos	E1 Contornos ocultos E2 Aristas ocultas F1 Contornos ocultos F2 Aristas ocultas
G 	Fina de trazos y puntos	G1 Ejes de revolución G2 Trazas de plano de simetría G3 Trayectorias
H 	Fina de trazos y puntos, gruesa en los extremos y en los cambios de dirección	H1 Trazas de plano de corte
J 	Gruesa de trazos y puntos	J1 Indicación de líneas o superficies que son objeto de especificaciones particulares
K 	Fina de trazos y doble punto	K1 Contornos de piezas adyacentes K2 Posiciones intermedias y extremos de piezas móviles K3 Líneas de centros de gravedad K4 Contornos iniciales antes del conformado K5 Partes situadas delante de un plano de corte
<p>(1) Este tipo de línea se utiliza particularmente para los dibujos ejecutados de una manera automatizada (2) Aunque haya disponibles dos variantes, sólo hay que utilizar un tipo de línea en un mismo dibujo.</p>		



Actividades del Módulo 2:

1. Aprender técnicas de croquizado en productos. Realizar el croquis de un producto que determine los atributos que lo caracteriza detalladamente.



2. Intercambiar croquis con los miembros del grupo para corregir o detallar la información de las especificaciones de fabricación de un producto. Asumir la posición de fabricante para determinar si el dibujo tiene la información necesaria para la producción.



Módulo 3. Tecnología de materiales

La tecnología de materiales es el estudio y puesta en práctica de técnicas de análisis, estudios físicos y desarrollo de materiales. También es la disciplina de la ingeniería que trata sobre los procesos industriales que nos proporcionan las piezas que componen las máquinas y objetos diversos, a partir de las materias primas.

Los materiales son sustancias de las que están formados los objetos o productos. Las materias primarias, son los materiales que se pueden extraer de la naturaleza y que son el origen de todas las que se disponen para aplicaciones en la humanidad. Son materias primarias los minerales, como la pirita, magnetita, antracita, etc.; los petróleos, las rocas y yacimientos cerámicos. Y definimos como materias primas aquellas que se obtienen a partir de las primarias, tras un proceso industrial como el cemento, el acero, los vidrios, los polímeros, etc.

Las materias primas son fruto de la ingeniería de materiales. Esta debe ser dinámica, para responder a las crecientes necesidades de la producción de objetos. Los ingenieros de materiales especializados en investigación y desarrollo trabajan en desarrollar nuevos materiales, o en modificar las propiedades de los existentes.

Los ingenieros de diseño usan los materiales existentes, los modifican o utilizan los nuevos para diseñar o crear nuevos productos y sistemas. Algunas veces el problema surge de modo inverso: los ingenieros de diseño tienen dificultades en un diseño y requieren que sea creado un nuevo material por parte de los científicos, investigadores e ingenieros.

3.1 Tipos de Materiales

Un material¹⁶ es un elemento que puede transformarse y agruparse en un conjunto. En la naturaleza existen una infinidad de materiales que pueden componer a los distintos tipos de roca, de suelo o de yacimientos minerales que son acumulaciones de petróleo, asfalto, gas natural, etc. (Askeland, 1998)

A grandes rasgos se les puede clasificar según su origen y según su composición.

- **Según su origen:**
 - Materiales naturales: estos materiales son los que se encuentran en la naturaleza y es a partir de estos que se producen productos. Entre estos se ubican aquellos que fueron extraídos de animales, vegetales y minerales.
 - Materiales artificiales: estos productos son obtenidos a partir de la utilización y transformación de productos naturales.
- **Según su composición:**
 - Materiales vegetales:
 - Madera: es extraída de los troncos de los árboles y es un material compuesto por lignina que se une a las fibras de celulosa. La madera se la utiliza por ejemplo, para la producción de papel o para alimentar al fuego.
 - Lino: es una planta herbácea originaria de los Tigris, Éufrates y Nilo, cuyo tallo se utiliza para la fabricación de telas y sus semillas para hacer harina y aceite.
 - Caucho: es un hidrocarburo con elasticidad que surge de la savia de diversas plantas. Este material es utilizado para la producción de numerosos productos, entre ellos, neumáticos, aislantes y ropa.
 - Algodón: es una planta propia de lugares tropicales y subtropicales y de ellas se produce el algodón como producto textil. El cultivo de estas plantas se caracteriza por el enorme uso de químicos y agua. Algunos de los artículos que se fabrican con algodón son ropa, billetes y combustibles.
 - Materiales animales:
 - Cuero: es el pellejo que recubre la carne animal, una vez curtido. Se lo suele utilizar para la producción de ropa, herramientas y encuadernación, entre otras cosas.

¹⁶ La palabra material proviene del griego *materialis* y refiere a todo aquello que es relativo a la materia o que pertenece a esta.



- Seda: es una fibra conformada por proteínas y es producida por la larva de *Bombyx mori*. Suele ser usada para la confección de ropa, tapicería, neumáticos, paracaídas, entre otros productos.
- Materiales minerales:
 - Plata: es un metal de transición dúctil, maleable, blando y blanco, que se lo utiliza para la producción de armas blancas, espejos, joyas y fotografías, entre otras cosas.
 - Cobre: es también un metal de transición de color rojizo y brillante. Este material es de suma importancia en la economía debido a su gran uso. Algunos productos que se hacen con cobre son los cables, frenos, monedas, ornamentos e instrumentos musicales.

3.1.1 Madera

La madera es un material ortótropo¹⁷, con distinta elasticidad según la dirección de deformación, encontrado como principal contenido del tronco de un árbol. Los árboles se caracterizan por tener troncos que crecen año tras año, formando anillos concéntricos correspondientes al diferente crecimiento de la biomasa según las estaciones, y que están compuestos por fibras de celulosa unidas con lignina. Las plantas que no producen madera son conocidas como herbáceas.

Una vez cortada y seca, la madera se utiliza para distintas finalidades y distintas áreas:

- Fabricación de pulpa o pasta, materia prima para hacer papel.
- Alimentar el fuego, en este caso se denomina leña y es una de las formas más simples de uso de la biomasa.
- Enseres: vajillas, cuberterías.
- Ingeniería, construcción y carpintería.
- Medicina.
- Medios de transporte: barcos, carruajes.
- Pavimentos: como material en pavimentos de madera debido a su ductilidad y aislamiento, por ejemplo la tarima, la tarima flotante y el parquet.

Analizando un tronco desde el exterior hasta el centro se encuentran distintas estructuras con distinta función y características:

- Corteza externa: es la capa más externa del árbol. Está formada por células muertas del mismo árbol. Esta capa sirve de protección contra los agentes atmosféricos.
- Cámbium: es la capa que sigue a la corteza y da origen a otras dos capas: la capa interior o capa de xilema, que forma la madera, y una capa exterior o capa de floema, que forma parte de la corteza.
- Albura: es la madera de más reciente formación y por ella viajan la mayoría de los compuestos de la savia. Las células transportan la savia, que es una sustancia azucarada con la que algunos insectos se pueden alimentar. Es una capa más blanca porque por ahí viaja más savia que por el resto del tronco.
- Duramen (o corazón): es la madera dura y consistente. Está formada por células fisiológicamente inactivas y se encuentra en el centro del árbol. Es más oscura que la albura y la savia ya no fluye por ella.
- Médula vegetal: es la zona central del tronco, que posee escasa resistencia, por lo que, generalmente no se utiliza.



Según su dureza, la madera se clasifica en:

- Maderas duras: son aquellas que proceden de árboles de un crecimiento lento, por lo que son más densas y soportan mejor las inclemencias del tiempo que las blandas. Estas maderas proceden, por lo general, de árboles de hoja caduca, pero también pueden ser de hoja perenne, que tardan décadas, e incluso siglos, en

¹⁷ Un material es ortotrópico cuando sus propiedades mecánicas o térmicas son únicas e independientes en tres direcciones perpendiculares entre sí.



alcanzar el grado de madurez suficiente para ser cortadas y poder ser empleadas en la elaboración de muebles o vigas de los caseríos o viviendas unifamiliares. Son mucho más caras que las blandas, debido a que su lento crecimiento provoca su escasez, pero son mucho más atractivas para construir muebles con ellas. También son muy empleadas para realizar tallas de madera o todo producto en el cual las maderas macizas de calidad son necesarias. Árboles que se catalogan dentro de este tipo: haya, roble, nogal, arce, carpe, teca, lapacho, etc.

- Maderas blandas: engloba a la madera de los árboles pertenecientes a la orden de las coníferas y otros de crecimiento rápido. La gran ventaja que tienen respecto a las maderas duras, es su ligereza y su precio mucho menor. No tiene una vida tan larga como las duras. La manipulación de las maderas blandas es mucho más sencilla, aunque tiene la desventaja de producir mayor cantidad de astillas. La carencia de veteado de esta madera le resta atractivo, por lo que casi siempre es necesario pintarla, barnizarla o teñirla. Algunas maderas blandas de amplio uso son: pino, abeto, abedul, chopo, ciprés, balso, etc.

Comercialmente la madera se puede encontrar en diferentes presentaciones:

- Aglomerados o conglomerados: se obtienen a partir de virutas o aserrín encolados a presión. Por lo general se emplean maderas blandas más que duras por facilidad de trabajar con ellas, ya que es más fácil prensar blando que duro. Los aglomerados son materiales estables y de consistencia uniforme, tienen superficies totalmente lisas y resultan aptos como bases para enchapados. Existe una amplia gama de estos tableros que van desde los de base de madera, papel o laminados plásticos. La mayoría de los tableros aglomerados son relativamente frágiles y presentan menor resistencia a la tracción que los contrachapados debido a que los otros tienen capas superpuestas perpendicularmente de chapa que ofrecen más aguante. Este material es recomendable para construir todo tipo de muebles, funcionales o artísticos. Estos tableros se ven afectados por el exceso de humedad, presentando dilatación en su grosor, dilatación que no se recupera con el secado. No es apto para exterior ni para sitios en condiciones húmedas, este tipo de madera, se hincha inmediatamente en contacto mínimo con el agua. En condiciones húmedas continuas los tableros se hinchan de tal manera que se llegan a deshacer.



- Contrachapado: un tablero o lámina de madera maciza es relativamente inestable y experimentará movimientos de contracción y dilatación, de mayor manera en el sentido de las fibras de la madera, por esta razón es probable que sufra distorsiones. Para contrarrestar este efecto los contrachapados se construyen pegando las capas con las fibras transversalmente una sobre la otra, alternadamente. La mayoría de los contrachapados están formados por un número impar de capas para formar una construcción equilibrada. Las capas exteriores de un tablero se denominan caras y la calidad de éstas se califica por un código de letras que utiliza la A como la de mejor calidad, la B como intermedia y la C como la de menor calidad. La cara de mejor calidad de un tablero se conoce como cara anterior y la de menor como cara posterior o reversa. Por otra parte la capa central se denomina alma. Esto se hace para aumentar la resistencia del tablero o de la pieza que se esté haciendo.



- Chapas: se denomina chapa precompuesta a una lámina delgada de madera que se obtiene mediante la laminación de un bloque de chapas a partir del borde del bloque, es decir, a través de las capas de madera prensadas juntas. Las tiras de las chapas originales se convierten en el grano de la chapa precompuesta, obteniéndose un grano que es perfectamente recto u homogéneo. Al manipular el contorno de las láminas que se han de prensar, se pueden obtener muy variadas configuraciones y aspectos muy atractivos. Algunas o todas las láminas constituyentes pueden ser teñidas antes de unir las, de manera que se obtengan aspectos o colores muy llamativos.





- Tableros de fibras: se construyen a partir de maderas que han sido reducidas a sus elementos fibrosos básicos y posteriormente reconstituidas para formar un material estable y homogéneo. Se fabrican de diferente densidad en función de la presión aplicada y el aglutinante empleado en su fabricación. Se pueden dividir en dos tipos principales, los de alta densidad, que utilizan los aglutinantes presentes en la misma madera, que a su vez se dividen en duros y semiduros, y los de densidad media, que se sirven de agentes químicos ajenos a la madera como aglutinante de las fibras.

3.1.2 Metales

Se denomina así a los elementos químicos caracterizados por ser buenos conductores del calor y la electricidad. Poseen alta densidad y son sólidos a temperatura ambiente, excepto el mercurio; sus sales forman iones electropositivos en disolución.

La ciencia de materiales define un metal como un material en el que existe un solapamiento entre la banda de valencia y la banda de conducción en su estructura electrónica. Esto le da la capacidad de conducir fácilmente calor y electricidad y generalmente la capacidad de reflejar la luz, lo que le da su peculiar brillo. En ausencia de una estructura electrónica conocida, se usa el término para describir el comportamiento de aquellos materiales en los que, en ciertos rangos de presión y temperatura, la conductividad eléctrica disminuye al elevar la temperatura, en contraste con los semiconductores. Reaccionan químicamente con no metales, no son reactivos entre sí la gran mayoría de las veces, aunque algunos formen aleaciones entre sí.



Según su contenido de hierro, los metales se clasifican en ferrosos y no ferrosos:

- Materiales no ferrosos: son materiales que no proceden del hierro y tienen una gran variedad de aplicaciones. Se pueden clasificar según su densidad, en: metales pesados, ligeros y ultraligeros.
 - Los metales pesados son: el cobre, el latón, el bronce, la alpaca, el plomo, el estaño, el cinc y el cuproníquel.
 - Los metales ligeros y ultraligeros son: el aluminio, el titanio y el magnesio.
- Materiales Ferrosos: son los más empleados en la actualidad, ya que tanto las técnicas de extracción del mineral como los procesos de obtención del metal son relativamente económicos como el hierro y el acero. Los minerales de hierro que se extraen de la corteza terrestre deben someterse a diferentes procesos a fin de conseguir hierro puro. Además del hierro puro se utilizan también las aleaciones. Una aleación es una mezcla de dos o más elementos químicos, de los cuales al menos uno, el que se encuentre en mayor proporción, es un metal. Las aleaciones de hierro se obtienen añadiendo a este metal carbón y otros metales como el carbono, silicio, manganeso, cromo, níquel, molibdeno, vanadio o wolframio.

Dentro de los metales se encuentran los alcalinos, como el sodio, y los alcalinotérreos, como el magnesio, los cuales presentan baja densidad, son buenos conductores del calor y la electricidad, además de ser muy reactivos. También se incluyen los metales de transición, los cuales conforman la mayoría de los metales, los que se encuentran en diversos grupos y los lantánidos, actínidos y transactínidos. Teóricamente, el resto de elementos que queda por descubrir y sintetizar serían metales.

Los términos usados en fundiciones de metal se conocen como:

- Aleación: es una mezcla homogénea de dos o más elementos, generalmente metales, aunque a veces uno de ellos puede ser un no metal.
- Arrabio: hierro líquido con menos impurezas que el hierro inicial.
- Escoria: las impurezas que reaccionan con caliza.
- Alto horno: para hacer aleaciones y fundiciones se alcanzan temperaturas muy elevadas. Hay que construirlo con materiales refractarios, es decir muy resistentes al calor.



Los metales pueden formar aleaciones entre sí y se clasifican en:

- Ultraligeros: densidad en g/cm^3 inferior a 2. Los más comunes de este tipo son el magnesio y el berilio.
- Ligeros: densidad en g/cm^3 inferior a 4,5. Los más comunes de este tipo son el aluminio y el titanio.
- Pesados: densidad en g/cm^3 superior a 4,5. Son la mayoría de los metales.

Los metales más usados en la industria son:

- Los pigmentos amarillos y anaranjados del cadmio son muy buscados por su gran estabilidad, como protección contra la corrosión, para las soldaduras y las aleaciones correspondientes y en la fabricación de baterías de níquel y cadmio, consideradas excelentes por la seguridad de su funcionamiento. También se le utiliza como estabilizador en los materiales plásticos y como aleación para mejorar las características mecánicas del alambre de cobre. Su producción se lleva a cabo en el momento de la refinación de zinc, con el que está ligado, se trata de un contaminante peligroso.
- El litio, metal ligero, se emplea principalmente en la cerámica y en los cristales, como catalizador de polimerización y como lubricante, así como para la obtención del aluminio mediante electrólisis. También se emplea para soldar, en las pilas y en las baterías para relojes, en medicina y en química.
- El níquel, a causa de su elevada resistencia a la corrosión, sirve para niquelar los objetos metálicos, con el fin de protegerlos de la oxidación y de darles un brillo inalterable en la intemperie.
- El denominado hierro blanco es una lámina de acero dulce que recibe un baño de cloruro de zinc fundido, y a la que se da después un revestimiento especial de estaño.

Los aceros comerciales se clasifican según su composición, características técnicas y aplicaciones:

- Aceros al carbono: Más del 90% de todos los aceros son aceros al carbono. Estos aceros contienen diversas cantidades de carbono y menos del 1,65% de manganeso, el 0,60% de silicio y el 0,60% de cobre. Entre los productos fabricados con aceros al carbono figuran máquinas, carrocerías de automóvil, la mayor parte de las estructuras de construcción de acero, cascos de buques, muebles y maquinaria.
- Aceros aleados: Estos aceros contienen una proporción determinada de vanadio, molibdeno y otros elementos, además de cantidades mayores de manganeso, silicio y cobre que los aceros al carbono normales. Estos aceros de aleación se pueden clasificar a su vez en:
 - Estructurales. Son aquellos aceros que se emplean para diversas partes de máquinas, tales como engranajes, ejes y palancas. También se utilizan en las estructuras de edificios, construcción de chasis de automóviles, puentes y barcos. El contenido de la aleación varía desde 0,25% a un 6%.
 - Para herramientas. Aceros de alta calidad que se emplean en herramientas para cortar y modelar metales y no-metales; taladros, escariadores, fresas, terrajas y machos de roscar.
 - Especiales. Son los aceros inoxidable y aquellos con un contenido de cromo generalmente superior al 12%. Estos aceros de gran dureza y alta resistencia a las altas temperaturas y a la corrosión, se emplean en turbinas de vapor, engranajes, ejes y rodamientos.
- Aceros de baja aleación ultrarresistentes: Esta familia es la más reciente de las cuatro grandes clases de acero. Los aceros de baja aleación son más baratos que los aceros aleados convencionales ya que contienen cantidades menores de los costosos elementos de aleación. Sin embargo, reciben un tratamiento especial que les da una resistencia mucho mayor que la del acero al carbono. Por ejemplo, los vagones de mercancías fabricados con aceros de baja aleación pueden transportar cargas más grandes porque sus paredes son más delgadas que lo que sería necesario en caso de emplear acero al carbono. Además, como los vagones de acero de baja aleación pesan menos, las cargas pueden ser más pesadas. En la actualidad se construyen muchos edificios con estructuras de aceros de baja aleación. Las vigas pueden ser más delgadas sin disminuir su resistencia, logrando un mayor espacio interior en los edificios.
- Aceros inoxidables: Los aceros inoxidables contienen cromo, níquel y otros elementos de aleación, que los mantienen brillantes y resistentes a la herrumbre y oxidación a pesar de la acción de la humedad o de ácidos y gases corrosivos. Algunos aceros inoxidables son muy duros; otros son muy resistentes y mantienen esa resistencia durante largos periodos a temperaturas extremas. Debido a sus superficies brillantes, en arquitectura se emplean muchas veces con fines decorativos. El acero inoxidable se utiliza para las tuberías y tanques de refinerías de petróleo o plantas químicas, para los fuselajes de los aviones o para cápsulas espaciales. También se usa para fabricar instrumentos y equipos quirúrgicos, o para fijar o sustituir huesos



rotos, ya que resiste a la acción de los fluidos corporales. En cocinas y zonas de preparación de alimentos los utensilios son a menudo de acero inoxidable, ya que no oscurece los alimentos y pueden limpiarse con facilidad.

3.1.3 Plásticos

El término plástico¹⁸ en su significado más general, se aplica a las sustancias de similares estructuras que carecen de un punto fijo de evaporación y poseen, durante un intervalo de temperaturas, propiedades de elasticidad y flexibilidad que permiten moldearlas y adaptarlas a diferentes formas y aplicaciones. Sin embargo, en sentido concreto, nombra ciertos tipos de materiales sintéticos obtenidos mediante fenómenos de polimerización o multiplicación semi-natural de los átomos de carbono en las largas cadenas moleculares de compuestos orgánicos derivados del petróleo y otras sustancias naturales. Los plásticos proceden de recursos naturales: petróleo, gas natural, carbón y sal común.



Los plásticos son sustancias químicas sintéticas, denominadas polímeros, de estructura macromolecular que puede ser moldeada mediante calor o presión y cuyo componente principal es el carbono. Estos polímeros son grandes agrupaciones de monómeros unidos mediante un proceso químico llamado polimerización. Los plásticos proporcionan el balance necesario de propiedades que no pueden lograrse con otros materiales, por ejemplo: color, poco peso, tacto agradable y resistencia a la degradación ambiental y biológica.

De hecho, "plástico" se refiere a un estado del material, pero no al material en sí: los polímeros sintéticos habitualmente llamados plásticos, son en realidad materiales sintéticos que pueden alcanzar el estado plástico, esto es cuando el material se encuentra viscoso o fluido y no tiene propiedades de resistencia a esfuerzos mecánicos. Este estado se alcanza cuando el material en estado sólido se transforma al estado plástico, generalmente por calentamiento, en el que es ideal para los diferentes procesos productivos ya que es cuando el material puede ser manipulado de distintas formas. De modo que la palabra "plástico" es una forma de referirse a materiales sintéticos capaces de entrar en un estado plástico, pero "plástico" no es necesariamente el grupo de materiales a los que cotidianamente hace referencia esta palabra.

Las propiedades y características de la mayoría de los plásticos (aunque no siempre se cumplen en determinados plásticos especiales) son estas:

- fáciles de trabajar y moldear,
- tienen un bajo costo de producción,
- poseen baja densidad,
- suelen ser impermeables,
- buenos aislantes eléctricos,
- aceptables aislantes acústicos,
- buenos aislantes térmicos, aunque la mayoría no resisten temperaturas muy elevadas,
- resistentes a la corrosión y a muchos factores químicos;
- algunos no son biodegradables ni fáciles de reciclar y, si se queman, son muy contaminantes.
- son versátiles, duraderos, resistentes, baratos y livianos.

La primera parte de la producción de plásticos consiste en la elaboración de polímeros en la industria química. Hoy en día la recuperación de plásticos post-consumidor es esencial también. Parte de los plásticos utilizados por la industria se usan directamente en forma de grano o resina. Más frecuentemente, existen varias formas de procesado de plásticos. Una de ellas es la extrusión de perfiles o hilos, la cual permite generar un producto extenso y continuo. Otra forma de procesado es el moldeo (por inyección, compresión, rotomoldeo, soplado, etc.). También existe el termoformado, un proceso que usa un material termoplástico previamente producido a través del procesado de

¹⁸ La palabra plástico se usó originalmente como adjetivo para denotar un escaso grado de movilidad y facilidad para adquirir cierta forma, sentido que se conserva en el término plasticidad.



extrusión. Este tipo de procesado tiene diferentes variantes: termoformado al vacío, a presión y el termoformado mecánico.

Según su composición química, por el monómero¹⁹ base que contienen, se clasifican en:

- Naturales: son los polímeros cuyos monómeros son derivados de productos de origen natural con ciertas características como, por ejemplo, la celulosa, la caseína y el caucho. Dentro de dos de estos ejemplos existen otros plásticos de los cuales provienen:
 - Los derivados de la celulosa son: el celuloide, el celofán y el cellón.
 - Los derivados del caucho son: la goma y la ebonita.
- Sintéticos: son aquellos que tienen origen en productos elaborados por el hombre, principalmente derivados del petróleo como lo son las bolsas de polietileno.

Según su comportamiento frente al calor, existen dos grandes tipos de plásticos:

- Termoplásticos: es un plástico que, siendo plástico o deformable a temperatura ambiente, se convierte en líquido cuando se calienta y se endurece en un estado vítreo cuando se enfría suficiente. La mayor parte de los termoplásticos son polímeros de alto peso molecular, los cuales poseen cadenas asociadas por medio de débiles fuerzas de Van der Waals (polietileno), fuertes interacciones dipolo-dipolo y enlace de hidrógeno, o incluso anillos aromáticos apilados (poliestireno). Los polímeros termoplásticos difieren de los polímeros termoestables en que, después de ser calentados y moldeados, pueden ser recalentados y formar otros objetos, ya que en el caso de los termoestables o termoduros, su forma después de enfriarse no cambia. Sus propiedades físicas cambian gradualmente si se funden y se moldean varias veces. Los principales termoplásticos son:
 - Resinas celulósicas: obtenidas a partir de la celulosa, el material constituyente de la parte leñosa de las plantas. Pertenecen a este grupo el rayón.
 - Polietilenos y derivados: Emplean como materia prima el etileno obtenido del craqueo del petróleo que, tratado posteriormente, permite obtener diferentes monómeros como acetato de vinilo, alcohol vinílico, cloruro de vinilo, etc. Pertenecen a este grupo el PVC, el poliestireno, el metacrilato, etc.
 - Derivados de las proteínas: Pertenecen a este grupo el nylon y el perlón, obtenidos a partir de las diamidas.
 - Derivados del caucho: Son ejemplo de este grupo los llamados comercialmente pliofilmes, clorhidratos de caucho obtenidos adicionando ácido clorhídrico a los polímeros de caucho.
- Termoestables: son materiales que, una vez que han sufrido el proceso de calentamiento-fusión y formación-solidificación, se convierten en materiales rígidos que no vuelven a fundirse. Generalmente para su obtención se parte de un aldehído. Los principales termoestables son:
 - Polímeros del fenol: Son plásticos duros, insolubles e infusibles pero, si durante su fabricación se emplea un exceso de fenol, se obtienen termoplásticos.
 - Resinas epoxicas.
 - Resinas melamínicas.
 - Baquelita.
 - Aminoplásticos: Polímeros de urea y derivados. Pertenecen a este grupo la melamina.
 - Poliésteres: Resinas procedentes de la esterificación de polialcoholes que suelen emplearse en barnices. Si contienen ácido en exceso, se obtienen termoplásticos.

Según su estructura molecular, los plásticos se clasifican en:

- Amorfos: son amorfos los plásticos en los que las moléculas están dispuestas desordenadamente y no presentan ningún tipo de orden. Al no existir orden entre cadenas se crean huecos por los que pasa la luz, razón por la que los polímeros amorfos son transparentes.

¹⁹ Un monómero (del griego mono, 'uno', y mero, 'parte') es una molécula de pequeña masa molecular que está unida a otros monómeros, a veces cientos o miles, por medio de enlaces químicos, generalmente covalentes, formando macromoléculas llamadas polímeros.



- Semicristalinos: los polímeros semicristalinos Tienen zonas con cierto tipo de orden junto con zonas amorfas. En este caso al tener un orden existen menos huecos entre cadenas por lo que no pasa la luz a no ser que posean un espesor pequeño.
- Cristalizables: según la velocidad de enfriamiento, puede disminuirse (enfriamiento rápido) o incrementarse (enfriamiento lento) el porcentaje de cristalinidad de un polímero semicristalino, sin embargo, un polímero amorfo, no presentará cristalinidad aunque su velocidad de enfriamiento sea extremadamente lenta.
- Comodities: son aquellos que tienen una fabricación, disponibilidad y demanda mundial, un rango de precios internacional y no requieren gran tecnología para su fabricación y procesamiento.
- De ingeniería: son los materiales que se utilizan de manera muy específica, creados prácticamente para cumplir una determinada función; requieren tecnología especializada para su fabricación o su procesamiento y son de precio relativamente alto.

Existen otros tipos de plásticos llamados elastómeros que se caracterizan por su gran elasticidad y capacidad de estiramiento y rebote, recuperando su forma original una vez que se retira la fuerza que los deformaba. Comprende los cauchos naturales obtenidos a partir del látex natural y los sintéticos; entre estos últimos se encuentran el neopreno y el polibutadieno.

Los elastómeros son materiales de moléculas grandes, las cuales después de ser deformadas a temperatura ambiente, recobran en mayor medida su tamaño y geometría al ser liberada la fuerza que los deformó.

Los usos más comunes de los plásticos son:

- Aplicaciones en el sector industrial: piezas de motores, aparatos eléctricos y electrónicos, carrocerías, aislantes eléctricos, etc.
- En construcción: tuberías, impermeabilizantes, espumas aislantes de poliestireno, etc.
- Industrias de consumo y otras: envoltorios, juguetes, envoltorios de juguetes, maletas, artículos deportivos, fibras textiles, muebles, bolsas de basura, etc.

Los desechos plásticos no son susceptibles de asimilarse de nuevo en la naturaleza. Debido a esto, se ha establecido el reciclado de los productos de plástico, lo que consiste básicamente en recolectarlos, limpiarlos, seleccionarlos por tipo de material y fundirlos de nuevo para su uso como materia prima adicional, alternativa o sustituta, para el moldeado de otros productos.

Se pueden salvar grandes cantidades de recursos naturales no renovables cuando en los procesos de producción se utilizan materiales "reciclados". En correcto uso, estos materiales reciclados pueden evitar la sobreexplotación de recursos aún considerados renovables, como los bosques, evitando impactos graves para los ecosistemas como la deforestación, erosión y desertificación. La utilización de productos reciclados disminuye el consumo de energía. Cuando se consumen menos combustibles fósiles, se genera menos dióxido de carbono y se previene el efecto invernadero. Además, la producción de otros gases nocivos provenientes de dichas combustiones también se reducen, tales como los óxidos de azufre y nitrógeno productores de la lluvia ácida o la contaminación de ozono troposférico.

Desde el punto de vista financiero un buen proceso de reciclaje es capaz de generar ingresos. Por lo anteriormente expuesto, se hace ineludible mejorar y establecer nuevas tecnologías en cuanto a los procesos de recuperación de plásticos y buscar solución a este problema tan nocivo para la sociedad y que día a día va en aumento deteriorando al medio ambiente. Algunos plásticos no son recuperables, como el poliestireno cristal o la baquelita.

A fines del siglo XX el precio del petróleo disminuyó y de la misma manera decayó el interés por los plásticos biodegradables. En los últimos años esta tendencia se ha revertido; además de producirse un aumento en el precio del petróleo, se ha tomado mayor conciencia de que las reservas petroleras se están agotando de manera alarmante. Dentro de este contexto, se observa un marcado incremento en el interés científico e industrial en la investigación para la producción de plásticos biodegradables o EDPs (*environmentally degradable polymers and plastics*). La fabricación de plásticos biodegradables a partir de materiales naturales, es uno de los grandes retos en diferentes sectores; industriales, agrícolas, y de materiales para varios servicios. Ante esta perspectiva, las investigaciones que involucran a los plásticos obtenidos de otras fuentes han tomado un nuevo impulso y los polihidroxicanoatos aparecen como una alternativa altamente prometedora.



Los polímeros biodegradables se pueden clasificar de la siguiente manera:

- Polímeros extraídos o removidos directamente de la biomasa: polisacáridos como almidón y celulosa. Proteínas como caseína, queratina, y colágeno.
- Polímeros producidos por síntesis química clásica utilizando monómeros biológicos de fuentes renovables.
- Polímeros producidos por microorganismos, bacterias productoras nativas o modificadas genéticamente.

Dentro de la última categoría se hallan los plásticos biodegradables producidos por bacterias, en este grupo encontramos a los PHAs²⁰ y al ácido poliláctico (PLA). Los PHAs debido a su origen de fuentes renovables y por el hecho de ser biodegradables, se denominan “polímeros doblemente verdes”. El PLA, monómero natural producido por vías fermentativas a partir de elementos ricos en azúcares, celuloso y almidón, es polimerizado por el hombre.

Los bioplásticos presentan propiedades fisicoquímicas y termoplásticas iguales a las de los polímeros fabricados a partir del petróleo, pero una vez depositados en condiciones favorables, se biodegradan.

En la vida moderna el plástico ha constituido un fenómeno de indudable trascendencia. Hoy en día el hombre vive rodeado de objetos plásticos que en siglos anteriores no eran necesarios para la vida cotidiana. Los plásticos se han fabricado para satisfacer las demandas de una gran variedad de usos, dando lugar a una vasta industria donde la civilización debería llamarse la civilización del plástico, debido al papel determinante que ha desempeñado este material en su desarrollo, en el mejoramiento de las condiciones de la vida del hombre y el acelerado crecimiento de la ciencia y la tecnología.

Otra de las soluciones que se han planteado ante la acumulación de residuos plásticos ha sido la madera plástica. Esta ha sido una innovación desde hace ya una década, surgiendo del abandono de desperdicio de madera como tarimas de carga, muebles deteriorados y desde luego la acumulación de desechos plásticos en nuestros vertederos. Los materiales compuestos de madera (MCM) y plástico son materiales formados generalmente por plástico reciclado y maderas como pino, cedro, etc. Su composición tiene una mezcla plástica continua denominada matriz (incluye PE, PP, PVC, etc.) y otra constituida de fibra o polvo de madera. Ambas son construidas en hornos a 230 °C para la fusión de ambas. Además de fibras de madera y plástico, pueden contener otros materiales de relleno (ligno-celulósico o inorgánico). Por otro lado algunas fibras que pueden sustituir un porcentaje de la madera o/y el plástico pueden ser rellenos a base de fibras, ejemplo fibras de celulosa, cáscara de maní, bambú, paja, etc.

Además cabe resaltar que se ha disminuido la tala de árboles para la construcción de muebles para el hogar y cocina, haciendo estos materiales ecológicos y más duraderos en comparación con los elaborados de madera en su totalidad. Este tipo de madera es utilizada para elaborar bases para pizarrones escolares, escritorios, etc.

Respecto a la madera natural tiene ventajas tales como:

- No es atacada por los insectos xilófagos.
- No se pudre con la humedad.
- No obstante también tiene el inconveniente de que ciertos solventes como el benceno, el hexano y algunas cetonas (diluyentes de barniz) pueden atacarla.

En la siguiente tabla se muestran los principales tipos de plásticos, sus propiedades y usos comunes:

²⁰ Los Polihidroxicanoatos o PHA son poliésteres lineales producidos en la naturaleza por la acción de las bacterias por fermentación del azúcar o lípidos. Las bacterias los producen como mecanismo de almacenamiento de carbono y energía.



Símbolo	Tipo de Plástico	Propiedades	Usos Comunes
 PET	PET PolietilenTereftalato (Polyethylene Terephthalate)	Contacto alimentario, resistencia física, propiedades térmicas, propiedades barreras, ligereza y resistencia química.	Bebidas, refrescos y agua, envases para alimentos (aderezos, mermeladas, jaleas, cremas, farmacéuticos, etc.)
 HDPE	HDPE Polietileno de alta densidad (High Density Polyethylene)	Poco flexible, resistente a químicos, opaco, fácil de pigmentar, fabricar y manejar. Se suaviza a los 75°C	Algunas bolsas para supermercado, bolsas para congelar, envases para leche, helados, jugos, shampoo, químicos y detergentes, cubetas, tapas, etc.
 PVC	PVC Policloruro de vinilo (Plasticised Polyvinyl Chloride PCV-P)	Es duro, resistente, puede ser claro, puede ser utilizado con solventes, se suaviza a los 80°C. Flexible, claro, elástico, puede ser utilizado con solventes.	Envases para plomería, tuberías, "blister packs", envases en general, mangueras, suelas para zapatos, cables, correas para reloj.
 LDPE	LDPE Polietileno de baja densidad (Low density Polyethylene)	Suave, flexible, traslucido, se suaviza a los 70°C, se raya fácilmente.	Película para empaque, bolsas para basura, envases para laboratorio.
 PP	PP Polipropileno (Polypropylene)	Difícil pero aún flexible, se suaviza a los 140°C, traslucido, soporta solventes, versátil.	Bolsas para frituras, popotes, equipo para jardinería, cajas para alimentos, cintas para empacar, envases para uso veterinario y farmacéutico.
 PS	PS Poliestireno (Polystyrene)	Claro, rígido, opaco, se rompe con facilidad, se suaviza a los 95°C. Afectado por grasas y solventes.	Cajas para discos compactos, cubiertos de plástico, imitaciones de cristal, juguetes, envases cosméticos.
 PS-E	PS-E Poliestireno Expandido (Expanded Polystyrene)	Esponjoso, ligero, absorbe energía, mantiene temperaturas	Tazas para bebida calientes, charolas de comida para llevar, envases de hielo seco, empaques para proteger mercancía frágil
 OTHER	OTHER Otros (SAN, ABS, PC, Nylon)	Incluye de muchas otras resinas y materiales. Sus propiedades dependen de la combinación de los plásticos.	Auto partes, hieleras, electrónicos, piezas para empaques.

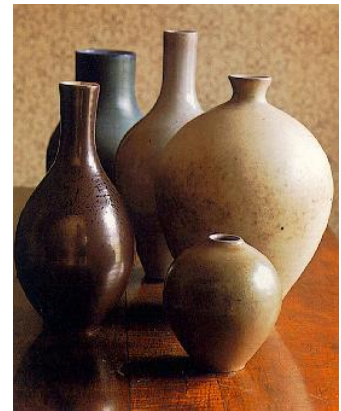


3.1.4 Cerámicos

La cerámica²¹ es el arte de fabricar vasijas y otros objetos de arcilla u otro material cerámico por acción del calor, es decir, cocida a una temperatura superior a los 400 o 500 grados. El resultado es una diversa variedad de piezas u objetos de terracota, o alfarería, de loza y del conjunto de porcelanas. Además de denominar la técnica y su actividad, también da nombre al conjunto de objetos y producción.

La cerámica es la industria más antigua de la humanidad, se ha desarrollado ampliamente a lo largo de la historia no solo en cantidad sino en la variedad de productos, algunos de ellos, de importancia trascendental para las tecnologías modernas. Se entiende por material cerámico el producto de diversas materias primas, principalmente arcillas, fabricándose en estado pulverulento o pastoso y adquiriendo la consistencia pétreo por procesos físico-químicos al cocer esas tierras arcillosas.

Su uso inicial fue la fabricación de recipientes empleados para contener alimentos o bebidas. Más adelante se utilizó para modelar figurillas de posible carácter simbólico, mágico, religioso o funerario. También se empleó como material de construcción en forma de ladrillo, teja, baldosa o azulejo, conformando muros o revistiendo paramentos. La técnica del vidriado aumentó su atractivo suntuario y su uso arquitectónico. A partir del siglo XIX se aplicó a la industria como aislante eléctrico y térmico en hornos, en motores y en blindajes. La moderna cerámica se aplica a las industrias de silicatos, que es un grupo de minerales de mayor abundancia, pues constituyen más del 95 % de la corteza terrestre, y como complemento en tecnologías de construcción asociada al cemento. También es la base de las técnicas de esmaltes sobre metal.



Existe cierta confusión, provocada desde el propio contexto de la investigación a partir del siglo XVIII, entre los conceptos alfarería²² y cerámica, las dos palabras se usan indistintamente para nombrar las actividades artesanales, artísticas e industriales a partir del barro cocido, así como el producto o los productos de las mismas y su cultura.

La fabricación de componentes cerámicos tiene lugar de la siguiente manera:

- La materia prima es la arcilla. Se emplea agua, sílice, plomo, estaño y óxidos metálicos (dependiendo del tipo de cerámica).
- Se procede a molerlos hasta conseguir un polvo finísimo o se mezcla en la proporción más adecuada.
- Se introduce el polvo en el molde que conformará la pieza.
- Se somete a la prensa estática, llamada así porque actúa en todas las direcciones, a presiones muy altas, hasta 3000 kilos por centímetro cuadrado.
- Se cuece al horno a una temperatura de entre 1600 y 2000 grados centígrados. El proceso de prensado y cocción se denomina sinterización.
- Sin embargo las piezas no salen absolutamente perfectas de la prensa y a algunas se las impone un posterior ajuste de calibración. La enorme dureza del material se convierte ahora en un inconveniente, ya que solo se puede utilizar el diamante en su tallado. Incluso con este tipo de herramientas la remecanización resulta lenta y trabajosa porque desgasta rápidamente las herramientas de trabajo, lo que encarece notablemente los costos. Como alternativa se está investigando nuevos métodos de tratamiento de las superficies cerámicas basado en ultrasonidos.
- Para la cerámica llamada gres se utiliza una arcilla no calcárea y sal.
- Otro material importante para otro tipo de cerámica es el caolín mezclado con cuarzo y feldespato.
- También se emplea el polvo de alabastro y mármol.
- Para las porcelanas se utilizan los óxidos de potasio, magnesio y aluminio.

²¹ Procedente del griego antiguo κεραμική (keramiké), femenino de κεραμικός (keramikós, 'hecho de arcilla'), "cerámico", que designaba al barrio de los alfareros de la antigua Atenas, al noroeste de la Acrópolis.

²² Alfarería, como alfar, provienen del árabe hispánico *alfah hár*, y este del árabe clásico *fah har* 'alfarería', y a su vez del hebreo *hahfar* 'tierra, barro'.



Tanto antes como después de ser cocida, la pieza de cerámica puede ser adornada sometiéndola a diferentes técnicas de decoración:

- Impresa
- Incisa, como el esgrafiado
- Bruñida
- En relieve
- Pintada
- A lustre

Los materiales cerámicos son buenos aislantes térmicos y además tienen la propiedad de tener una temperatura de fusión y resistencia en compresión elevadas. Asimismo, su módulo de Young, lo que llamamos fragilidad, también es muy elevado.

Todas estas propiedades hacen que los materiales sean imposibles de fundir y de mecanizar por medios tradicionales, fresado, torneado, brochado, etc. Por esta razón, en las cerámicas realizamos un tratamiento de sinterización. Este proceso, por la naturaleza en la cual se crea, produce poros que pueden ser visibles a simple vista.

Existen materiales cuya tensión mecánica en un ensayo de compresión puede llegar a ser superior a la tensión soportada por el acero. La razón, viene dada por la compresión de los poros/agujeros que se han creado en el material. Al comprimir estos poros la fuerza por unidad de sección es mayor que antes del colapso de los poros.

Las propiedades de un material cerámico dependen de la naturaleza de la arcilla empleada, de la temperatura y de las técnicas de cocción a las que ha sido sometido. Así tenemos:

- Materiales porosos. No han sufrido vitrificación, es decir, no se llega a fundir el cuarzo con la arena. Su fractura al romperse es terrosa, siendo totalmente permeables a los gases, líquidos y grasas. Los más importantes:
 - Arcillas cocidas: de color rojizo debido al óxido de hierro de las arcillas que la componen. La temperatura de cocción es de entre 700 a 1000 °C. Si una vez cocida se recubre con óxido de estaño, similar a esmalte blanco, se denomina loza estannífera. Se fabrican: baldosas, ladrillos, tejas, jarrones, cazuelas, etc.
 - Loza italiana: se fabrica con arcilla entre amarillenta y rojiza mezclada con arena, pudiendo recubrirse de barniz transparente. La temperatura de cocción varía entre 1050 a 1070 °C.
 - Loza inglesa: fabricada de arcilla arenosa de la que se elimina mediante lavado el óxido de hierro y se le añade sílex (25-35 %), yeso, feldespato (bajando el punto de fusión de la mezcla) y caolín para mejorar la blancura de la pasta. La cocción se realiza en dos fases:
 - Cocido entre 1200 y 1300 °C.
 - Se extrae del horno y se cubre de esmalte. El resultado es análogo a las porcelanas, pero no es impermeable.
 - Refractarios. Se trata de arcillas cocidas porosas en cuyo interior hay unas proporciones grandes de óxido de aluminio, torio, berilio y circonio. La cocción se efectúa entre los 1300 y los 1600 °C. El enfriamiento se debe realizar lento y progresivamente para no producir agrietamientos ni tensiones internas. Se obtienen productos que pueden resistir temperaturas de hasta 3000 °C. Las aplicaciones más usuales son:
 - Ladrillos refractarios: que deben soportar altas temperaturas en el interior de hornos.
 - Electrocerámicas: Con las que en la actualidad se están llevando a cabo investigaciones en motores de automóviles, aviones, generadores eléctricos, etc., con vistas a sustituir elementos metálicos por refractarios, con los que se pueden obtener mayores temperaturas y mejor rendimiento.
- Materiales impermeables y semipermeables. Se los ha sometido a temperaturas bastante altas en las que se vitrifica completamente la arena de cuarzo. De esta manera se obtienen productos impermeables y más duros. Los más destacados:
 - Gres cerámico común: se obtiene a partir de arcillas ordinarias, sometidas a temperaturas de unos 1300 °C. Es muy empleado en pavimentos.
 - Gres cerámico fino: obtenido a partir de arcillas refractarias (conteniendo óxidos metálicos) a las que se le añade un fundente (feldespato) con objeto de rebajar el punto de fusión. Más tarde se introducen en un horno a unos 1300 °C. Cuando está a punto de finalizar la cocción, se impregnan los objetos de sal



marina. La sal reacciona con la arcilla y forma una fina capa de silicoaluminato alcalino vitrificado que confiere al gres su vidriado característico.

- Porcelana: se obtiene a partir de una arcilla muy pura, denominada caolín, a la que se le añade fundente (feldespato) y un desengrasante (cuarzo o sílex). Son elementos muy duros soliendo tener un espesor pequeño (de 2 a 4 mm), su color natural es blanco o translucido. Para que el producto se considere porcelana es necesario que sufra dos cocciones: una a una temperatura de entre 1000 y 1300 °C y otra a más alta temperatura pudiendo llegar a los 1800 °C. Teniendo multitud de aplicaciones en el hogar (pilas de cocina, vajillas, etc.) y en la industria (toberas de reactores, aislantes en transformadores, etc.). Según la temperatura se distinguen dos tipos:
 - Porcelanas blandas. Cocidas a unos 1000 °C, se sacan, se les aplica esmalte y se vuelven a introducir en el horno a una temperatura de 1250 °C o más.
 - Porcelanas duras. Se cuecen a 1000 °C, a continuación se sacan, se esmaltan, y se reintroducen en el horno a unos 1400 °C o más. Si se decoran se realiza esta operación y luego se vuelven a introducir en el horno a unos 800 °C.

Se han desarrollado en las últimas décadas nuevos materiales cerámicos, pueden ser de diferentes tipos:

1. Carburos: como el carburo de silicio, carburo de tungsteno, carburo de titanio, carburo de tantalio, carburo de cromo y carburo de boro.
2. Nitruros: como el nitruro de silicio, nitruro de boro, nitruro de titanio y oxinitruro cerámico o sialon.
3. Óxidos cerámicos como la alúmina y zirconia: se emplean en las prótesis de cadera cerámicas que superan en prestaciones a las aleaciones metálicas.
4. Composites de matriz cerámica: son materiales que presentan alta resistencia a temperaturas elevadas y se utilizan para vehículos espaciales como protector térmico, o como alternativas a las amalgamas dentales. Incluye el carburo de silicio reforzado con carbono.
5. Electrocerámica: aquellos materiales cerámicos diseñados específicamente por sus propiedades eléctricas o magnéticas. Se utilizan para fabricar partes en motores de automóviles, aviones, generadores eléctricos. Algunas aplicaciones de las electrocerámicas son aislamiento eléctrico, semiconductores, resistencias, varistores, condensadores, imanes, memorias, diodos y fibras ópticas para comunicaciones.

Los productos cerámicos se utilizan para una amplia variedad de tecnologías:

- Aeroespacial: materiales ligeros de alta resistencia mecánica y de alta temperatura para motores, aviones, revestimientos de lanzadera espacial.
- Automatismo: sensores, componentes de alta temperatura.
- Biomédica: huesos, dientes, materiales de implante.
- Óptica/Fotónica: fibras ópticas, amplificadores laser, lentes.
- Electrónica: condensadores, sustratos de circuito integrado, aislantes.
- Energía: celdas de combustible sólidas, combustible nuclear.



3.1.5 Vidrios

El vidrio²³ es un material inorgánico duro, frágil, transparente y amorfo que se encuentra en la naturaleza, aunque también puede ser producido por el ser humano. El vidrio artificial se usa para hacer ventanas, lentes, botellas y una gran variedad de productos. El vidrio es un tipo de material cerámico amorfo. El vidrio se obtiene a unos 1500 °C a partir de arena de sílice (SiO₂), carbonato de sodio (Na₂CO₃) y caliza (CaCO₃). El vidrio es un material de gran dureza pero que a la vez resulta muy frágil. Es inorgánico, carece de estructura cristalina y suele permitir el paso de la luz.

El vidrio se hace en un reactor de fusión, en donde se calienta una mezcla que casi siempre consiste en arena silíceas, arcillas, y óxidos metálicos secos pulverizados o granulados. En el proceso de la fusión, paso de sólido a líquido, se forma un líquido viscoso y la masa se hace transparente y homogénea a temperaturas mayores a 1 000°C. Al sacarlo del reactor, el vidrio adquiere una rigidez que permite darle forma y manipularlo. Controlando la temperatura de enfriamiento se evita la desvitrificación o cristalización.



Durante los tiempos primitivos de la industria del vidrio, las únicas materias primas que se utilizaban en su fabricación eran las arcillas. Hoy en día se emplean distintas mezclas para obtener diferentes tipos. Por ejemplo, los bloques de vidrio se fabrican en moldes con una mezcla de arena de sílice, cal y sosa, y se les añade dolomita, arcilla de aluminio y productos para el refinado. En la actualidad muchos materiales desempeñan un papel importante, pero las arcillas siguen siendo fundamentales.

Existen diversos tipos de vidrio actualmente por lo que podría hablarse de los siguientes:

- **Sódico-cálcico:** en este caso concreto el principal componente del vidrio es la sílice aunque también cuenta con calcio, que es el que le da la estabilidad química, y con sodio, que es el encargado de facilitar lo que es su fusión. De esta clase de vidrio podemos destacar además que es el más barato y el que se funde con mayor facilidad.
- **Plomo:** el óxido de calcio es sustituido en este caso por el de plomo lo que supone que el citado material, aunque es igual de transparente que el sódico-cálcico, se identifique por una serie de características tales como una estupenda absorción de los rayos ultravioletas, una excelente capacidad aislante y una mejor ductilidad.
- **Borosilicato:** en este caso concreto, sus principales componentes son el sílice y también el boro lo que supone que entre sus señas de identidad esté el que es muy resistente a los cambios bruscos de temperatura y al calor. Un hecho este que es el que lleva a que sea utilizado en la confección y elaboración de utensilios que son empleados tanto en laboratorios como en los hornos de las cocinas de los hogares.
- **Sílice:** una gran dureza define a este tipo de vidrio que de todos los existentes es el más difícil de trabajar. Al igual que sucedía con el anterior, cuenta con una gran resistencia al calor por lo que es igualmente empleado en la creación de instrumentos como tubos de protección o incluso en el revestimiento de hornos.

Una técnica artesanal para la producción de objetos de vidrio es el soplado, que consiste en generar burbujas de aire en el vidrio que se encuentra fundido. Para esto se usa un tubo de metal que permite inyectar aire en el material, ya sea con la utilización de una máquina o soplado.

Cabe destacar que el vidrio es un material reciclable, sin que pierda sus propiedades en el proceso y sin que existan límites para la cantidad de veces que sea reciclado. Es habitual que los vidrios se separen de acuerdo a su color antes de ser triturados y fundidos, para su adecuado reciclaje el vidrio es separado y clasificado según su tipo el cual por lo

²³ En muchos países de habla hispana del mundo, el término cristal es utilizado frecuentemente como sinónimo de vidrio, aunque es incorrecto en el ámbito científico debido a que el vidrio es un sólido amorfo, sus moléculas están dispuestas de forma irregular, y no un sólido cristalino.



común está asociado a su color, una clasificación general es la que divide a los vidrios en tres grupos: verde, ámbar o café y transparente.

El proceso de reciclado después de la clasificación del vidrio requiere que todo material ajeno sea separado como son tapas metálicas y etiquetas, luego el vidrio es triturado y fundido junto con arena, hidróxido de sodio y caliza para fabricar nuevos productos que tendrán idénticas propiedades con respecto al vidrio fabricado directamente de los recursos naturales. En algunas ciudades del mundo se han implementado programas de reciclaje de vidrio, en ellas pueden encontrarse contenedores especiales para vidrio en lugares públicos.

En ciertos casos el vidrio es reutilizado, antes que reciclado. No se funde, sino que se vuelve a utilizar únicamente lavándolo, en el caso de los recipientes. En acristalamientos, también se puede aprovechar el vidrio cortándolo nuevamente, siempre que se necesite una unidad más pequeña.

Las principales características del vidrio, su transparencia y su dureza, a pesar de las restricciones impuestas por su principal limitación, su fragilidad, lo convierten en un elemento imprescindible en numerosas aplicaciones, formando por sí mismo un grupo de materiales de una enorme importancia económica.

- Edificación y arquitectura
 - Fachadas: desde mediados del siglo XX las fachadas de vidrio se han convertido en una seña de identidad casi imprescindible de los grandes edificios de las principales urbes del mundo. Estas fachadas suelen estar realizadas mediante piezas de vidrio plano con una amplísima gama de colores, lo que facilita la labor creativa de los arquitectos. Estos vidrios normalmente son sometidos a determinados procesos que mejoran sus propiedades de aislamiento térmico y acústico; y su capacidad de atenuación de la luz exterior. En las fachadas convencionales el vidrio sigue manteniendo su papel preponderante en las ventanas, integrado en distintos tipos de carpinterías, desde las tradicionales de madera, pasando por las de acero, las de aluminio, y llegando a las de PVC, con vidrios sencillos o vidrios dobles separados por una capa confinada de aire.
 - Interiores: hoy en día, el vidrio se ha convertido en un elemento primordial en la decoración del hogar. Gracias a su elegancia, transmisión de la luz exterior y su transparencia, el vidrio hace que los espacios se conviertan en amplios y limpios. Para ello la elección del vidrio adecuado es muy importante sobre todo para arquitectos y diseñadores que son los que hacen uso de este material para la creación de sus proyectos. Además, al tener distintos colores y texturas, el vidrio se puede utilizar de formas numerosas en infinidad de elementos, tales como: mamparas de baño, mamparas divisorias, espejos, revestimiento de paredes, barandillas, cortinas, vitrinas, mesas, lucernarios, vidrieras.
 - Aislamiento térmico y acústico: la lana de vidrio se utiliza como aislante térmico y acústico en edificación, colocada entre los paramentos exteriores e interiores de muchas edificaciones.
 - Elementos estructurales: existen algunas realizaciones pioneras que han utilizado la fibra de vidrio tratada con resinas para su empleo en pequeños puentes y pasarelas, aprovechando las ventajas de su ligereza. Así mismo, se ha planteado el uso de barras de fibra de vidrio para el armado de hormigones, evitando así el efecto de la corrosión sobre las armaduras metálicas en ambientes especialmente agresivos.
- Parabrisas: desde los primeros carruajes acomodados para el transporte de viajeros, todas las empresas de fabricación de medios de transporte, los ferrocarriles, la construcción naval, la industria del automóvil y la industria aeroespacial, están ligadas desde sus orígenes a la realización de los elementos de vidrio utilizados tanto en ventanillas y parabrisas como en los sistemas de iluminación interior y exterior de todo tipo de vehículos. Igualmente, otro elemento ligado a la industria del automóvil es la fabricación de espejos retrovisores. Un ejemplo claro es la evolución del diseño de los automóviles, que pasó de utilizar vidrios planos en exclusiva, a integrar sofisticados elementos de vidrio curvado en parabrisas y ventanas. Tanto la industria aeroespacial como la automovilística se han beneficiado y a su vez han hecho notables contribuciones al desarrollo de vidrios cada vez más ligeros y resistentes, como el Gorilla Glass, utilizado después en la fabricación de teléfonos celulares.
- Envases: el vidrio, pese a la competencia de envases más baratos como las latas de aluminio o acero; los bricks de cartón encerado o revestido de aluminio; y las botellas de plástico, es todavía uno de los envases usados preferentemente para la comercialización de la mayoría de las bebidas alcohólicas, entre las que se



pueden incluir de forma masiva el vino y la cerveza, pese a la progresión de otros tipos de contenedores en estos dos casos, multitud de conservas, especialmente mermeladas y hortalizas, que se benefician de la visibilidad del producto a través del vidrio, refrescos de todo tipo y productos de perfumería como las colonias o determinados productos de belleza, a los que envases de vidrio de diseños originales prestan un innegable valor añadido. Desde la primera mitad del siglo XX, cuando las empresas de alimentación se encargaban de la recogida de los envases para su limpieza y nueva utilización, práctica habitual por entonces en industrias lácteas, cerveceras y de refrescos, hasta la década de 1980, en la que se generalizó el uso de envases no retornables destinados a ser reciclados en la fabricación de nuevas botellas, el vidrio se ha mostrado como uno de los materiales menos contaminantes y de más fácil reciclado. De igual manera, la industria farmacéutica utiliza frecuentemente envases de vidrio para muchos de sus preparados líquidos como jarabes o inyectables.

- **Producción de energía:** los sistemas de producción energética como los paneles fotovoltaicos y las centrales termo solares utilizan masivamente elementos de vidrio en la captación de la energía solar. En el caso de las placas fotovoltaicas, protegen las células de silicio, y eventualmente concentran la luz, y en el caso de las centrales termo solares son el elemento clave de los espejos captadores y en algunos sistemas, también de los colectores por donde circulan los fluidos con los que se acumula el calor del sol. La mejora de las propiedades de estos vidrios, costo, transparencia, estabilidad térmica y química, resistencia a la suciedad y a los agentes ambientales, es clave en la rentabilidad de las costosas inversiones necesarias para la puesta en servicio de estas instalaciones.
- **Óptica:** constituye una de las principales aplicaciones específicas del vidrio desde el Renacimiento, cuando se empezaron a producir lentes de calidad con procedimientos cada vez más perfeccionados. Algunas de las bases científicas de la óptica ya se habían sentado anteriormente, desde el año 1000 matemáticos árabes como Alhacen habían estudiado la geometría de los espejos. Sin embargo, no fue hasta que aparecieron Galileo Galilei con su telescopio de lentes, Anton van Leeuwenhoek con su primitivo microscopio, y el propio Isaac Newton con el desarrollo del telescopio de espejos, cuando se establecieron definitivamente las bases de la importancia de los instrumentos ópticos, hasta llegar a los límites teóricos de resolución a comienzos del siglo XX, con las realizaciones de Carl Zeiss a partir de los descubrimientos teóricos de Ernst Abbe, fundamentadas en la utilización de vidrios de distintos tipos. Las aplicaciones de la tecnología óptica del vidrio se centran principalmente en los instrumentos para el tratamiento y captación de imágenes; en aparatos científicos para el estudio de la luz; en comunicaciones digitales; y en la corrección oftalmológica de defectos de la vista humana mediante lentes:
 - Captación de imágenes: telescopios, cámaras fotográficas, cámaras cinematográficas, cámaras de televisión, cámaras de vídeo, equipos topográficos y de fotografía aérea, satélites de observación terrestre, prismáticos, periscopios, microscopios.
 - Reproducción de imágenes: proyectores, equipos de revelado, fotocopiadoras.
 - Comunicaciones: fibra óptica.
 - Informática: lectores y grabadores ópticos (CD, DVD, Blue Ray).
 - Instrumental científico: espectrómetros, interferómetros, equipos de rayos láser.
 - Material educativo: planetarios.
 - Oftalmología: gafas, equipos de optometría.
- **Material de laboratorio:** una gran parte de los equipos de los laboratorios químicos y farmacéuticos, tubos de ensayo, vasos de precipitados, matraces, pipetas, condensadores, placas para preparaciones microscópicas, están realizados con vidrio. En ocasiones se utilizan vidrios especiales, preparados para soportar elevadas temperaturas o determinadas agresiones químicas.
- **Electrodomésticos:** los televisores utilizan de forma sistemática pantallas de vidrio para proteger los distintos sistemas de píxeles luminosos mediante los que forman las imágenes. Hornos convencionales, hornos microondas y cocinas vitrocerámicas incluyen en su diseño elementos de vidrio termo resistentes. De igual manera, las lavadoras incorporan habitualmente una puerta circular de vidrio, y muchos frigoríficos utilizan baldas de vidrio para mejorar la sensación de espacio y la luminosidad interior.
- **Iluminación:** desde la invención de las lámparas de llama de gas o de petróleo, se han utilizado campanas de vidrio para evitar tanto el apagado de la llama como su propagación accidental. Con la invención de la bombilla de incandescencia eléctrica, la característica ampolla de vidrio que protege el filamento se ha convertido en



un elemento insustituible, que se ha ido adaptando progresivamente a los mayores requerimientos térmicos que exigen las lámparas de vapor de sodio, las halógenas, con vidrios de sílice pura, o las de xenón, que emplean vidrios especiales. Incluso en los tubos fluorescentes, cuyas temperaturas de funcionamiento son reducidas, el vidrio que contiene el gas neón es un elemento imprescindible. Solo el desarrollo de los sistemas de luz LED, debido a su baja emisión de calor, puede permitir la sustitución del vidrio por materiales plásticos translúcidos, más baratos, ligeros y fáciles de fabricar. Muchos modelos de lámparas en las que se montan los puntos de luz, utilizan elementos de vidrio para dispersar y dar un determinado aspecto decorativo a la luz que proyectan. En este sentido, pueden citarse las enormes lámparas de araña formadas por numerosas piezas de vidrio engarzadas, características de los grandes salones de edificios públicos y privados desde la Época Victoriana hasta la Primera Guerra Mundial.

- Teléfonos celulares y dispositivos táctiles: se ha generalizado el uso de pantallas luminosas, cada vez de mayor tamaño, en teléfonos celulares y dispositivos táctiles, fabricadas con vidrios especialmente resistentes, como el Gorilla Glass.
- Relojería: tradicionalmente, las esferas de los relojes se han protegido con vidrios abombados, adoptándose perfiles planos posteriormente. En el caso de los relojes de pulsera, es un requisito indispensable tanto cuando montan dispositivos de agujas, para evitar que se dañen, como cuando se trata de dispositivos digitales, el vidrio permite mostrar la pantalla hacia el exterior. Los relojes de alta gama suelen montar cristal de zafiro, cuya extraordinaria dureza evita que se rayen fácilmente.
- Cocina y menaje: muchos utensilios de cocina pueden ser de vidrio, como fuentes o boles. La aparición del vidrio borosilicatado capaz de soportar temperaturas muy altas, amplió extraordinariamente el uso del vidrio en la cocina, hasta convertirlo en un material profusamente utilizado en fuentes para preparar asados al horno. En la mesa, tanto los vasos como todo tipo de copas, así como jarras y los recipientes de la mayoría de los líquidos, suelen ser de vidrio, existiendo así mismo vajillas en las que los platos también son de este material, sustituyendo a la cerámica.
- Decoración y bisutería: vidrios de colores de especial calidad son frecuentemente utilizados en bisutería, sustituyendo a gemas naturales de mucho mayor precio. Un ejemplo es el vidrio de *Swarovski*, que se utiliza para producir una amplia gama de productos decorativos, así como complementos de moda ligados a la bisutería. En otro tipo de productos, es frecuente la venta de abalorios y cuentas de vidrio de colores que se utilizan en la confección de collares y pulseras artesanales, tanto para su comercialización como por puro entretenimiento.

3.2 Materiales para la Fabricación

Como hemos visto, los materiales industriales alcanzan un amplio espectro de aplicaciones y están constituidos de las materias primas más diversas. Para proceder a su sistemático estudio es necesario establecer familias de acuerdo con criterios preestablecidos. Un criterio aceptado universalmente es el que singulariza las familias en función de la naturaleza de los componentes más simples de los materiales. Otro criterio de diferenciación de familias es por la semejanza de propiedades físicas específicas a las que se aplican en las diversas ingenierías. En este sentido podemos definir familias con propiedades mecánicas, de conducción eléctrica, magnéticas, térmicas, nucleares, resistencia frente a la corrosión, ópticas, etc.

La investigación de nuevos materiales es una constante de nuestro tiempo en todos los campos de la ingeniería de materiales. Para descubrir nuevos materiales se toma en cuenta:

- Materiales que puedan soportar más altas temperaturas, como es el caso de las súper aleaciones.
- Materiales que permitan conseguir más altas características resistentes combinando composiciones y procesos como son los aceros micro-aleados.
- Materiales que pueden aligerar las estructuras especialmente las de transporte como en ferrocarril y el automóvil con base en aluminio y titanio.
- Procesos de compactación, en metalurgia de polvos, en caliente e isostático para permitir mayor control en el poro resultante y con ello en sus características.
- Procesos de soldeo y adhesivos que permitan optimizar la continuidad entre las uniones de partes de las estructuras.



- Materiales poliméricos conformados por las mezclas de diversos polímeros, que combinan las mejores propiedades de ellos.
- Procesos de moldeo por inyección en materiales poliméricos que permiten mejorar características y costos.
- Moldeo por inyección de polvos metálicos que permiten conseguir formas más complejas.
- Materiales cerámicos que aumentan su tenacidad en la línea de las cerámicas denominadas blancas.
- Procesos de aplicación de recubrimientos cerámicos sobre soporte metálico con el objeto de ganar resistencia al desgaste.
- Materiales compuestos de matriz polimérica con refuerzos de diversas composiciones que permitan mayor rigidez y características.

En el diseño industrial existen diferentes factores que se toman en cuenta para la selección de materiales para un producto:

- **Requerimiento del cliente:** cuando el material viene impuesto como una necesidad imperativa de la empresa y/o alguno de sus departamentos con base al análisis de su propio mercado y de sus pretensiones u objetivos.
- **Tipología de producto:** es el resultado del análisis de experiencia de uso del objeto, donde nos preguntamos: ¿Para qué sirve, donde va ubicado, como se usa, cómo son sus análogos, cómo se ha fabricado tradicionalmente?
- **Estrategia comercial:** es el resultado de estudios de mercadotecnia donde nos preguntamos: ¿A qué precio debe venderse, a qué mercado va destinado, cuál es el objetivo de destino, de qué inversión disponemos, cuál es su costo ideal?
- **Requerimiento técnico:** es el resultado de los análisis de ingeniería de producto donde nos preguntamos: ¿Qué resistencia debe tener, necesita mantenimiento, durabilidad, propiedades, posibilidades de acabado?
- **Requerimientos de diseño:** es el resultado de las soluciones formales de diseño donde nos preguntamos: ¿Qué formas permite el material, el material con respecto a su funcionalidad, qué posibilidades proyectuales nos ofrece, qué ventajas tecnológicas tiene, qué optimizaciones podemos hacer, qué nivel de innovación logramos?

3.2.1 Categorías, estructura y características de los materiales

La industria, en todas sus vertientes, exige el uso de maquinaria de alta potencia y la utilización de materiales muy diversos con destinos muy diferentes. Podemos encontrar una lista muy amplia de materiales usados en la industria para la fabricación de objetos:

- **Materiales metálicos:** compuestos de sustancias inorgánicas fundamentalmente metales, sin conformar óxidos ni sales metálicas. Tipo de enlace interatómico: metálico conformando estructura cristalina específica de los metálicos. Resistencia aceptable hasta media temperatura. Buenos conductores del calor y la electricidad. Tenaces y deformables, en general. Altas densidades.
 - Ferrosos: acero, hierro, plomo, fundiciones, aleaciones.
 - No ferrosos: estaño, cobre, cobalto, titanio, aluminio, magnesio.
- **Materiales cerámicos:** compuestos de sustancias inorgánicas fundamentalmente óxidos y sales metálicas, excluyendo metales puros. Tipo de enlace interatómico: iónico conformando estructura cristalina específica de los cerámicos. Malos conductores del calor y electricidad. Frágiles e indeformables. Resistencia a altas temperaturas. Densidades medias.
 - No aglomerantes: rocas, barro y agua, arena, grava.
 - Aglomerantes: cemento, yeso, mortero, hormigón.
 - Cerámicos: arcilla, barro, loza, refractario, y porcelana.
 - Vidrio.
- **Fibras Textiles:** compuestos por sustancias orgánicas y minerales. De variables condiciones físicas y químicas.



- Vegetal: algodón, lino, esparto, papel.
 - Animal: lana, seda, cuero.
 - Mineral: asbesto, oro, plata, cobre.
 - Sintéticas: rayón, lycra.
- Maderas: compuestos por sustancias orgánicas. Buenos conductores de calor pero no de electricidad. Deformables por calor, resistentes a esfuerzos mecánicos.
 - Dura: haya, roble, cerezo, caoba.
 - Blandas: pino, abeto, chopo.
 - Prefabricadas: contrachapado, tablero aglomerado, tablero de fibra de densidad media, celulósicos (papel, cartón, cartulina), corcho.
 - Materiales plásticos: compuestos de sustancias orgánicas en base al C, H, O y otros elementos no metálicos. Tipo de enlace interatómico: covalente conformando largas cadenas lineales o redes, con nula o media cristalinidad. Resistentes a bajas temperaturas. Malos conductores del calor y la electricidad. Frágiles unos, tenaces y plásticos otros. Bajas densidades.
 - Termoplásticos: PET, PVC, poliestireno, polietileno, metacrilato, teflón, celofán, nylon.
 - Termoestables: poliuretano, baquelita, melanina.
 - Elastómeros: látex, caucho, neopreno, goma.
 - Materiales compuestos: son compuestos de dos o más materiales tendentes a mejorar las propiedades débiles en unos y potenciar las fuertes de los otros pero conservando fuertemente su forma inicial. El material a potenciar de propiedad débil se denomina matriz y el que potencia se denomina refuerzo.
 - Fibra de vidrio.
 - Resinas.
 - Epóxicos.
 - Hormigón.
 - Materiales electrónicos: compuestos de sustancias inorgánicas en base al silicio y germanios. Tipo de enlace interatómico: covalente conformando estructura cristalina del tipo metálico. Tienen propiedades de semiconductividad o conductividad condicionada.
 - Diodos.
 - Chips.
 - Transistores.

Las propiedades de los materiales se ponen de manifiesto ante estímulos como la electricidad, la luz, el calor o la aplicación de fuerzas a un material. Describen características como elasticidad, conductividad eléctrica o térmica, magnetismo o comportamiento óptico, que por lo general no se alteran por otras fuerzas que actúan sobre el mismo.

Las propiedades mecánicas de los materiales son aquellas propiedades de los sólidos que se manifiestan cuando aplicamos una fuerza. Las propiedades mecánicas de los materiales se refieren a la capacidad de los mismos de resistir acciones de cargas: las cargas o fuerzas actúan momentáneamente, tienen carácter de choque. Las propiedades mecánicas principales son:

- Cohesión: resistencia de los átomos a separarse unos de otros.
- Plasticidad: capacidad de un material a deformarse ante la acción de una carga, permaneciendo la deformación al retirarse la misma, es decir es una deformación permanente e irreversible.
- Dureza: es la resistencia de un cuerpo a ser rayado por otro. Es la capacidad de oponer resistencia a la deformación superficial por un material más duro.
- Resistencia: se refiere a la propiedad que presentan los materiales para soportar las diversas fuerzas. Es la oposición al cambio de forma y a la separación, es decir a la destrucción por acción de fuerzas o cargas.
- Fatiga: disminución de la resistencia mecánica de los materiales al someterlos a esfuerzos repetidos.
- Ductilidad: se refiere a la propiedad que presentan los materiales de deformarse sin romperse obteniendo hilos.
- Maleabilidad: se refiere a la propiedad que presentan los materiales de deformarse sin romperse obteniendo láminas.



- Elasticidad: se refiere a la propiedad que presentan los materiales de volver a su estado inicial cuando se aplica una fuerza sobre él. La deformación recibida ante la acción de una fuerza o carga no es permanente, volviendo el material a su forma original al retirarse la carga.
- Higroscopicidad: se refiere a la propiedad de absorber o desprender el agua.
- Hendibilidad: es la propiedad de partirse en el sentido de las fibras o láminas, si es que el material tiene.
- Resiliencia: es la capacidad de oponer resistencia a la destrucción por carga dinámica.
- Fluencia: es la deformación irrecuperable de un material, a partir de la cual sólo se recuperará la parte de su deformación correspondiente a la deformación elástica, quedando una deformación irreversible.

3.3 Ciencias naturales y desarrollo sustentable

Los materiales están expuestos a distintos factores que encontramos en la naturaleza, como por ejemplo: fuerza, calor, agua o la acción de la luz, por lo tanto pueden sufrir cambios en su forma, color, olor o textura. Algunos efectos de estos factores son:

- Fuerza: algunos materiales cambian de forma al aplicar una fuerza sobre ellos. Si la fuerza se deja de aplicar, algunos materiales vuelven a su forma inicial y otros no, esto dependerá esencialmente de la elasticidad del material, es decir, de la capacidad del material de volver a su forma inicial cuando se deja de aplicar una fuerza sobre él. Por ejemplo, al aplicar una fuerza sobre la greda o la plastilina, estas cambian su forma y luego de dejar de aplicar la fuerza, estos materiales no regresan a su forma inicial. Por el contrario, al aplicar una fuerza sobre un elástico o un globo, estos cambian su forma, pero luego de dejar de aplicar la fuerza, estos regresan a su forma inicial.
- Luz y calor: vienen directamente del sol, por lo tanto alteran las propiedades de los materiales. El cambio causado por la luz y el calor dependerá de cada material. Por ejemplo, al poner una vela directamente bajo la luz del sol y calor, la vela modificará su forma y textura. En cambio al poner una moneda directamente bajo la luz del sol y calor, la moneda cambiará su temperatura, pero no su forma.
- Agua y aire: son los efectos causados por la humedad y el oxígeno del aire, como por ejemplo algunos metales. Los daños producidos por la exposición de algunos materiales a la humedad y al oxígeno del aire se le conoce con el nombre de corrosión. Otro daño que pueden sufrir algunos materiales son los causados por el agua, ya que el agua tiene la capacidad de traspasar unos espacios muy pequeños provocando así cambios físicos en algunos materiales. Por ejemplo si se aplica agua al papel, este se verá afectado en su forma, en cambio no ocurre lo mismo si se aplica agua a una tela, esta no se daña. En los últimos años, el desarrollo de nuevos materiales se ha convertido en un área de innovación, con crecimiento exponencial en el mundo del diseño.

Los nuevos materiales no siempre lo son, es decir, mucho de lo que se desarrolla es a partir de transformaciones químicas y físicas de materia prima natural, que después es convertida en productos de alto rendimiento, utilitarios y con potencial para incorporarse a algún producto o proceso. Las transformaciones que sufre la materia son parte de la relevancia y de la conciencia que tenemos al considerar el medio ambiente como eje central de nuestra toma de decisiones; la renovación y consolidación de materiales a partir de fibras naturales es una área destacada de desarrollo.

Dentro de esta tendencia se busca modificar y profundizar en las propiedades de cada material; tenemos entonces un concreto de súper alta resistencia que se utiliza no sólo en la construcción, sino también en objetos utilitarios; por ejemplo, un cristal que permite ver a través de él y además reacciona a gestos y es sensible a cambios de temperatura e iluminación.

Hay que entender que la innovación de materiales proveerá al diseñador de nuevas estructuras que pudiera incorporar en su proceso para generar productos diferenciados, que reflejen el estado del mundo actual. Estos productos no solo hablan de estética y funcionalidad, tratan de comunicación, identidad y generar vínculos.



3.3.1 Desarrollo sustentable

El desarrollo sustentable²⁴ obedece a la idea básica de satisfacer las necesidades de la sociedad actual sin comprometer la estabilidad del futuro, es decir, mantener un equilibrio entre las personas a fin de desarrollar estrategias en pro del bienestar del mundo. Existe también el desarrollo sostenible, la diferencia es sustantiva ya que desarrollo sostenible implica un proceso en el tiempo y espacio y va de la mano de la eficiencia, lo cual le permite además ser eficaz. Mientras que el desarrollo sustentable implica una finalidad, aquí y ahora, y va de la mano de la eficacia, más no necesariamente de la eficiencia. Por tanto, un verdadero desarrollo sostenible implica por añadidura sustentabilidad, pero la sustentabilidad no implica necesariamente sostenibilidad.

La palabra sostenible ha sido cuestionada en virtud a que es diferentes países su significado varía en torno a lo que se mantiene estable. Se habla de sostenible cuando los recursos utilizados para mantener una estructura no se acaban nunca, por lo que es seguro invertir, vivir, crear, desarrollar, explorar y más en ese campo.

Un buen ejemplo de un sistema de desarrollo sustentable es aquel en el que se cortan los árboles de un bosque para satisfacer las necesidades de madera y papel de la población, pero luego se repuebla el mismo bosque para que la actividad se pueda mantener a lo largo del tiempo y las generaciones futuras se puedan beneficiar de ella. Otro ejemplo, aplicado a la industria de la moda, sería la elaboración de prendas de vestir creadas con fibras naturales como el algodón o la lana, recursos renovables que ayudan al mantenimiento de una necesidad.

El desarrollo sustentable implica una importante relación entre diferentes áreas de una comunidad en las que se relacionan los aspectos culturales, económicos, sociales y ambientales, todo esto, enmarcado en un marco democrático y participativo, donde la política juega un papel demostrativo, dándole la oportunidad a la gente para confiar en ella. El desarrollo sustentable se basa en el crecimiento de toda la población, son ideas que evolucionan constantemente para que el individuo se sienta seguro con su entorno.

Para que un país logre la sustentabilidad tiene que empezar por cambiar su forma de pensar de manera colectiva, su pensamiento y meta debe ser fija, debe pensar en desarrollo, en crecimiento, en imponer límites de crecimiento productivo para romperlos, que el consumo de los recursos debe ser aprovechado, invertido y renovado constantemente, para mantener siempre la capacidad productiva. Mantener siempre el capital financiero, físico, humano, social y natural siempre a la disposición de los involucrados en las vías al desarrollo.

En la industria se han desarrollado procesos de fabricación y materiales amigables con el medio ambiente, tal es el caso de los materiales verdes. Un material se le conoce con el término 'verde' como aquél cuyo proceso de extracción, manufactura, operación y disposición final tiene un impacto ambiental bajo; es económicamente viable, su fabricación implica el empleo de mano de obra local, y durante su vida útil no compromete la calidad de vida de los seres vivos que están de alguna manera en contacto directo con él, incluyendo al ser humano.

La carencia de información y de un marco normativo suele generar confusión acerca de qué son los materiales verdes, y ha propiciado un fenómeno conocido mundialmente como *greenwashing*, que consiste en que el mercadeo sea hecho de manera tal, que logre que sus consumidores potenciales perciban sus productos como amigables con el medio ambiente, cuando realmente no lo son.

Para determinar qué tan verde es un material, y por consiguiente, amigable con el medio ambiente, se utilizan diferentes categorías y criterios como los siguientes:

- Materiales:
 - Uso de materiales renovables.
 - Materia prima local.
 - Contenido reciclado.

- Manufactura:
 - Manufactura benigna para los trabajadores.

²⁴ Es un concepto desarrollado hacia el fin del siglo XX como alternativa al concepto de desarrollo habitual, haciendo énfasis en la reconciliación entre el bienestar económico, los recursos naturales y la sociedad, evitando comprometer la posibilidad de vida en el planeta, ni la calidad de vida de la especie humana.



- Desechos reutilizados y llevados al inicio de la manufactura.
 - Composición de material con elementos no tóxicos ni cancerígenos.
 - Subproductos: nuevo uso que se le puede dar a componentes del material, en lugar de desecharlos.
 - Empaques biodegradables y/o reciclables.
 - Manufactura local.
- **Distribución:**
 - Distancia de traslado del material, desde su punto de distribución a la obra.
 - **Reuso:**
 - Nuevo uso. Es similar a los subproductos, sólo que éstos son generados desde el proceso de manufactura y el nuevo uso se da al final de la vida útil del material.
 - Reciclaje. Capacidad del material para ser transformado y devuelto al principio de su proceso de manufactura o como materia prima para otro material diferente a su uso original.
 - **Operación:**
 - Durante la colocación en obra, el material no debe generar elementos tóxicos que afecten la salud del instalador.
 - Ahorro de recursos. El uso de materiales adecuados puede propiciar el ahorro de energía, de recursos y de desechos.
 - El material puede tener beneficios al ser usado para mejorar el entorno del usuario, aumentando su calidad de vida (sombra, iluminación natural, disminución de ganancia térmica, regulación de temperatura, calidad del aire, generación de biodiversidad).
 - Salud del usuario. Que la exposición prolongada a los materiales, en especial a los acabados, no implique un efecto nocivo para la salud.
 - **Mantenimiento:**
 - Un material que tenga bajo mantenimiento significa ahorros en costos operacionales. Esto, aparte del beneficio económico, ayuda a que el desempeño del material no se vea comprometido por la falta de mantenimiento.

El mercado de productos 'verdes' está creciendo de manera importante, debido, en parte, a la mayor conciencia de los consumidores sobre los problemas ambientales y/o sobre los beneficios económicos de un ahorro energético o de agua; a los programas gubernamentales a favor de una construcción verde, o a la popularización de sistemas de certificación de edificios verdes, como el LEED²⁵.

Los materiales que existen actualmente llamados sustentables son aquellos que son durables, de fácil mantenimiento, renovables, reciclables, por ejemplo:

1. Hormigón: porque persiste en el tiempo, su longevidad lo hace sustentable debido a que el consumo de energía para su producción se prorroga por los años de durabilidad, además es resistente a las inclemencias del tiempo y es reciclable.
2. Cobre: no es nocivo para la salud, es un material 100% reciclable, un muy buen conductor de energía eléctrica, y se utiliza como materia prima para casi todas las industrias. El cobre y sus aleaciones, se utilizan para el intercambio de energía térmica en muchas aplicaciones.
3. Ladrillo: es de fácil colocación, buen aislante térmico y acústico, es reciclable, su materia prima principalmente es la arcilla.
4. Madera: es otro material sustentable pero el problema radica, porque es proveniente del bosque, si se tala demasiado el bosque desaparece; si se usa la madera por debajo de un cierto límite siempre habrá madera disponible, la explotación del bosque es sostenible o sustentable.

²⁵ Sigla de *Leadership in Energy & Environmental Design*, es un sistema de certificación de edificios sostenibles, desarrollado por el Consejo de la Construcción Verde de Estados Unidos (*US Green Building Council*). Se basa en la incorporación en el proyecto de aspectos relacionados con la eficiencia energética, el uso de energías alternativas, la mejora de la calidad ambiental interior, la eficiencia del consumo de agua, el desarrollo sostenible de los espacios libres y la selección de materiales.



5. Arenas: sus componentes y derivados son materiales sustentables, tienen cualidades de aislantes térmicos y acústicos, pueden reutilizarse.
6. Acero: como material tiene la indiscutible ventaja de ser reciclable innumerables veces. Aunque la cantidad de acero reciclado utilizado en la fabricación de acero depende del proceso de producción, se considera el material reciclable por excelencia.
7. Vidrio: es también un material sustentable, es un material inorgánico, duro, frágil, transparente y amorfo que se encuentra en la naturaleza aunque también puede ser producido por el ser humano. El vidrio empleado en edificaciones suele ser de tipo seguro, entre los que están el vidrio reforzado, el vidrio templado y el vidrio laminado.
8. Reciclados: todo material que pueda ser reciclado y que puedan ser utilizados para la fabricación de productos, principalmente los plásticos termoplásticos.

Algunos ejemplos de alternativas con desarrollo sustentable son:

- Reciclaje de basura inorgánica: puede ser reciclada para ser transformada en materiales reutilizables, como por ejemplo, envases, bolsas, botellas, etc.
- Basura biodegradable: puede ser reciclada y ser procesada para ser utilizada como abono de plantas. Está compuesta por diferentes materiales de origen orgánico. Con ella puede fabricarse, por ejemplo, composta, que se usa en agricultura y jardinería.
- Plantas de energía solar: las plantas de energía solar aprovechan la luz del sol para producir energía eléctrica. Es un tipo de energía limpia y renovable.
- Parques eólicos: los parques eólicos son instalaciones de aerogeneradores que utilizan la fuerza del aire para producir energía eléctrica. Son una alternativa limpia para la generación de energía.
- Energía undimotriz: es aquella producida a partir de la fuerza de las olas, cuyo movimiento produce presión hidráulica, la cual es transmitida a boyas flotantes, para posteriormente, ser convertida en energía eléctrica. Es un tipo de energía renovable muy eficaz que está siendo explorada actualmente.
- Agricultura ecológica: la agricultura ecológica se basa en la optimización en el uso de los recursos naturales, sin emplear productos químicos u organismos modificados genéticamente. Su objetivo es la producción de alimentos orgánicos sin dejar de lado la protección de los suelos y los recursos, además, disminuye el efecto invernadero e incrementa la fertilidad.
- Aprovechamiento del agua de lluvia: la recogida y almacenamiento del agua de lluvia es fundamental para evitar el despilfarro de un recurso tan importante como el agua.
- Ecoturismo: es un concepto ecológico de turismo, como su nombre lo indica. Promueve una forma de turismo más orientado a experimentar el estilo de vida de comunidades rurales y de disfrutar de la naturaleza, su flora, su fauna, sus paisajes. Además, evita los daños y la contaminación que causa el turismo tradicional.
- Ciclopista solar: es un sistema de transporte ecológico, diseñado para la circulación de bicicletas. Se carga durante el día con la energía solar y brilla de noche. Es una vía de transporte alternativo.
- Carros eléctricos: especialmente cuando la energía que los mueve proviene de fuentes de energía limpia, como la solar o eólica, es una alternativa sustentable para el transporte, ya que no contamina el ambiente ni produce contaminación sonora.

Algunos ejemplos de productos con desarrollo sostenible son:

- Terrario Lepsis: hace posible que podamos criar fácilmente insectos comestibles, como pueden ser los grillos, en nuestra propia cocina.
- Mine Kafon: es un detonador de minas terrestres propulsado por el viento y diseñado para salvar vidas detonando minas que no han explotado después de un conflicto bélico. Su diseño está inspirado en juguetes para niños, usa sensores GPS para trazar caminos seguros a través de territorios peligrosos.
- Ekso: es un exoesqueleto biónico, que funciona con baterías que permite caminar de nuevo a los impedidos. Este dispositivo, que puede cambiar la vida de los afectados, es esencialmente un robot ajustable que usa sensores para ayudar en el equilibrio y proporcionar movilidad.
- SkinVision: es una aplicación para smartphone que detecta cáncer de piel. Esta aplicación inteligente convierte cualquier smartphone en un escáner médico que usando algoritmos matemáticos propietarios puede calcular la dimensión fractal de las lesiones de piel y su tejido circundante. Si un lunar o lesión parece irregular, la aplicación alerta al usuario para que visite al dermatólogo.
- Lámpara LED: está diseñada para proporcionar una fuente de luz limpia, segura y renovable para aquellos que no tiene acceso a la red eléctrica.



- Bespoke Fairings: usa la tecnología de impresión 3D para crear unas impresionantes prótesis a medida. La compañía ofrece una herramienta online que permite a los usuarios diseñar unos miembros protésicos únicos a partir de modelos, con tatuajes y amplio abanico de materiales.
- Facit D-Process: es un sistema de construcción como las piezas de Lego. Usa una máquina de alta tecnología para convertir modelos 3D de computadora en componentes físicos que pueden ser montados rápidamente en sitio deseado. El proceso minimiza costos y desperdicio de materiales, y las casas tienen una envolvente térmica muy ajustada, que minimiza la pérdida de calor y el uso de energía.
- Design Without Borders: ha creado un urinario ecológico para los barrios pobres de Uganda que está elaborado con materiales fácilmente disponibles y sólo cuesta 3 dólares. Lo mejor de todo, los residuos recogidos en el urinario pueden ser convertidos en un fertilizante de alta calidad mediante un sencillo proceso.
- Parque Rabalder: la firma de arquitectura Nordarch diseñó un parque de patinaje impresionante que funciona como un sistema capaz de almacenar 10 piscinas de valiosa agua de lluvia. El parque entero está integrado en el sistema de canales de la ciudad, por eso se puede dirigir el agua de lluvia a un lago adyacente para su almacenamiento.
- EcoATM: es un módulo de reciclaje accesible que permite incentivar el reciclaje electrónico entregando dinero a cambio de aparatos electrónicos que ya no son útiles.

3.4 Fabricación Digital y aplicación tecnológica

La fábrica digital se define como un término genérico para una amplia red de modelos digitales y métodos, incluyendo la simulación y visualización en 3D. Su objetivo es la planificación integrada, la aplicación, control y mejora continua en todos los procesos materiales de fábrica y los recursos asociados con el producto utilizando tecnologías de producción basadas en sistemas de cómputo.

La fabricación digital es el conjunto de procesos integrados mediante los cuales se elabora un producto a partir del diseño y modelado del objeto CAD, el análisis del mismo en un programa CAE, la simulación del proceso de fabricación en paquetes CAM y la manufactura del producto por medio de algún equipo mecánico controlado por un equipo electrónico.

Los pasos para la fabricación digital son:

- Croquis: una vez que se tiene el concepto del objeto, se han definido sus funciones y características y se cuenta con el boceto, la fabricación digital se inicia con el uso de programas con funciones concretas, por lo que se describirá brevemente cada uno de ellos en forma de secuencia.
- CAD (*Computer-Aided Design*): son usados para elaborar el diseño geométrico del objeto; dependiendo del paquete que esté usándose, pueden generarse modelos en 2D o en 3D. Una vez que se ha creado el modelo se puede modificar y mejorar, de ahí que sea muy útil, a la vez que es la base para el proceso de fabricación digital.
- CAE (*Computer-Aided Engineering*): se usan posteriormente a la obtención del modelo en un programa CAD y se emplean para el análisis de la pieza al simularla bajo ciertas condiciones que son establecidas en el programa; los parámetros más usados en las simulaciones son las fuerzas aplicadas, la temperatura, la presión y la interacción de la pieza con otras. Con dichas condiciones se puede tener un conocimiento previo acerca del comportamiento desempeño de la pieza y, a partir de ello, se pueden sacar conclusiones acerca de modificarla o no y posteriormente pasar a la etapa de simulación de fabricación.
- CAM (*Computer-Aided Manufacturing*): se usan para la simulación del maquinado o elaboración de una pieza a partir de la selección y dimensiones del material, selección de herramientas de maquinado, velocidad de procesos y restricciones de fabricación. Algunos programas no sólo se limitan a lo anterior, sino que también sirven para la asistencia de las líneas de producción y ensamblaje para tener un proceso más óptimo. Esta es la última parte antes de la fabricación física de la pieza y la penúltima del proceso de fabricación digital.
- CNC (*Computer numerical control*): en los programas CAM se obtienen los archivos con las instrucciones que interpretarán los equipos para la fabricación de la pieza, los cuales son llamados "Código G", los cuales son generados para ser interpretados por las máquinas CNC. Por otro lado, los equipos de corte láser cuentan con su software que funge como intermediario para interpretar los diseños vectorizados elaborados en el software CAD e igualmente las impresoras 3D también cuentan con sus propios softwares y éstos permiten importar directamente el modelo tridimensional generado en el software CAD.

En cuanto a la obtención física del objeto, la fabricación digital en la industria es un elemento muy importante en el proceso de diseño del producto debido que, al permitir optimizar la información referente, también permite que un



cambio en el diseño del producto no afecte severamente las tareas subsecuentes ni que un cambio en el proceso de fabricación afecte etapas previas. En el ámbito *maker*²⁶, la fabricación digital permite la elaboración de piezas que difícilmente pudieran obtenerse y, aunado a su informalidad, permite mucho más la experimentación y fabricación de prototipos gracias a la accesibilidad con la que se cuenta actualmente de los equipos, así como la existencia de programas de diseño y modelado abiertos sin costo que ayudan a potenciar la creatividad y desarrollo de las personas. También la mayor parte de las piezas que se hacen en este ámbito es para satisfacer necesidades únicas e irrepetibles.

El sector manufacturero ha ido digitalizándose durante los últimos años. En la actualidad dispositivos como sensores, y conceptos como automatización de procesos, representación digital de datos y productos son habituales en las fábricas. Sin embargo, estos cambios están orientados a optimizar y mejorar sus procesos existentes, y no han significado un nuevo modelo de fabricación.

Actualmente se empiezan a observar movimientos en el ámbito de la fabricación que hacen pensar que en el futuro muchas de las tendencias y modelos que han tenido lugar en el mundo digital o del software pueden tener su reflejo en el mundo industrial. El motivo de este cambio se encuentra en la existencia de un gran número de tendencias de carácter tecnológico, almacenamiento en la nube, tecnologías de fabricación de bajo costo, electrónica personalizada, Internet de las cosas, nuevos modelos robóticos, y también social, como el software de libre acceso y el financiamiento económico colectivo, cuya convergencia puede suponer un cambio profundo en el modelo productivo.

Las tecnologías de fabricación digital, y especialmente la impresión 3D, permiten digitalizar objetos en tres dimensiones y fabricarlos materialmente. Existe una creciente disponibilidad de herramientas de diseño y fabricación digital, tales como la impresión 3D, cortadoras láser, y tornos y fresadoras de control numérico computarizado (CNC) que son a la vez poderosas, versátiles y trabajan de forma interconectada. Estas herramientas utilizan interfaces amigables, software de diseño intuitivo, disponen de tutoriales online, permiten el intercambio de archivos por internet e incluso utilizan programas de código abierto. Todo esto facilita el proceso de aprendizaje en la práctica y permite, por ejemplo, que un objeto diseñado en una región pueda fabricarse en cualquier parte del mundo.

Al mismo tiempo, las tecnologías de fabricación digital acortan los tiempos requeridos entre el diseño y la producción, permitiendo acelerar los mecanismos de producción flexible de pequeñas cantidades de productos. Así, la fabricación digital acentúa el rol de la economía de servicios y el ascenso de las capacidades de diseño y programación mientras que subvierte las formas tradicionales de producción manufacturera. (Castells, 1999)

3.4.1 Herramientas

El movimiento *maker* se identifica con el (DIY o *Do It Yourself*) hágalo usted mismo, movimiento cultural que se popularizó en los años 50's manifestándose en diferentes actividades, que van desde las artesanías hasta la música. Ya desde aquellos años existían comunidades en torno a publicaciones de carácter tecnológico para aficionados, como *Popular Mechanics*, *Popular Electronics*, entre otras. Aunado al DIY, y con el auge en la década de los 90's, donde el software tuvo un importante desarrollo, se creó el movimiento *maker* que combina herramientas electrónicas y mecánicas controladas por un software especializado para la producción.

El movimiento *maker* está basado en el hobby, pero éstos están pasando de ser una actividad de recreación en la cochera, a una nueva fuerza económica. El término *maker* fue acuñado por Dale Dougherty de O'Reilly Media. En 2005, el editor de tecnología hizo una apuesta en éste no sólo con el lanzamiento de la revista *Make*, una revista trimestral sobre proyectos DIY, sino que también, en 2006, con una serie de *Maker Faires* en Estados Unidos que se convirtieron en las primeras exhibiciones para el movimiento emergente.

Artesanos, reparadores, aficionados, e inventores pueden ser considerados *makers* o hacedores. Lo que distingue a los *makers* contemporáneos de los inventores y de los DIYers de otras épocas, es el increíble poder que les brindan las tecnologías modernas y una economía globalizada, tanto para conectarse y aprender y como un medio de producción y distribución. El software digital de gran alcance les permite diseñar, modelar, y dirigir sus creaciones, reduciendo al mismo tiempo la curva de aprendizaje para utilizar herramientas de tipo industrial de producción. Los *makers* tienen acceso a materiales sofisticados y piezas de máquinas de todo el mundo. Foros, redes sociales, listas de correo electrónico y sitios de publicación de video les permiten formar comunidades y hacer preguntas, colaborar,

²⁶ El término *maker* se refiere a la cultura hacedora o fabricante que representa una extensión basada en la tecnología de la cultura DIY (*Do It Yourself*) o hágalo-usted-mismo. Incluyen actividades orientadas a la ingeniería, como la electrónica, la robótica, la impresión 3D, y el uso de herramientas CNC.



compartir sus resultados, e iterar para alcanzar nuevos niveles de desempeño. El capital inicial de sitios de *crowdfunding*²⁷ como *Kickstarter*, centros de fabricación barata, el envío internacional y servicios de distribución de comercio electrónico tales como Etsy y Quirky ayudan a los *makers* a comercializar sus creaciones.

Los *makers* de hoy pueden crear dispositivos capaces de explorar las profundidades del océano, ir al espacio, y solucionar problemas críticos que antes eran del dominio de las grandes y bien financiadas organizaciones. Inventan nuevas soluciones, llevan innovaciones al mercado, y obtienen una perspectiva interesante a través de la ciencia ciudadana, integrando científicos con gente común. Comparten, inspiran y motivan, y en el proceso, están transformando la educación, la economía y la ciencia. (Cohen, 2017)

Hay tres elementos necesarios en la fabricación digital que permiten su desarrollo:

- Herramientas digitales para el diseño y la fabricación: el equipo industrial ha estado computarizado desde hace décadas, pero ahora esas herramientas industriales, antiguamente caras y complejas, ahora están disponibles en tamaño personal, con precios accesibles. Las herramientas de fabricación de escritorio incluyen:
 - Impresora 3D: es una máquina capaz de realizar réplicas de diseños en 3D, creando piezas o maquetas volumétricas a partir de un diseño hecho por computadora, descargado de internet o recogido a partir de un escáner 3D. Surgen con la idea de convertir archivos de 2D en prototipos reales o 3D. Comúnmente se ha utilizado en la prefabricación de piezas o componentes, en sectores como la arquitectura y el diseño industrial. En la actualidad se está extendiendo su uso en la fabricación de todo tipo de objetos, modelos para vaciado, piezas complicadas, alimentos, prótesis médicas, ya que la impresión 3D permite adaptar cada pieza fabricada a las características exactas de cada paciente.
 - Escáner 3D: es un dispositivo que analiza un objeto o una escena para reunir datos de su forma y ocasionalmente su color. La información obtenida se puede usar para construir modelos digitales tridimensionales que se utilizan en una amplia variedad de aplicaciones. Desarrollados inicialmente en aplicaciones industriales, han encontrado un vasto campo de aplicación en actividades como la arqueología, arquitectura, ingeniería, y entretenimiento en la producción de películas y videojuegos.
 - Cortador láser: es una técnica empleada para cortar piezas de chapa caracterizada en que su fuente de energía es un láser que concentra luz en la superficie de trabajo. Para poder evacuar el material cortado es necesario el aporte de un gas a presión como por ejemplo oxígeno, nitrógeno o argón. Es especialmente adecuado para el corte previo y para el recorte de material sobrante pudiendo desarrollar contornos complicados en las piezas. Entre las principales ventajas de este tipo de fabricación de piezas se puede mencionar que no es necesario disponer de matrices de corte y permite efectuar ajustes de silueta. También entre sus ventajas se puede mencionar que el accionamiento es robotizado para poder mantener constante la distancia entre el electrodo y la superficie exterior de la pieza.
 - Cortador CNC: consiste en unos códigos de letras y números que, combinados, provocan el movimiento de los ejes de la máquina. Las letras indican un comando específico, y los números suelen ser los valores deseados, tiene sus orígenes de la intención de la industria de elevar la producción.
 - Software CAD: son los programas de cómputo para el dibujo asistido por computadora.
- Medios digitales colaborativos: cuando las herramientas de creación se hicieron digitales, también lo hicieron los diseños, mismos que ahora se pueden compartir fácilmente en línea. De este modo, los *makers* pueden tomar ventaja de la innovación colaborativa en la web, aprovechando las prácticas de código abierto en programas y el resto de las fuerzas sociales que han surgido en línea en las últimas dos décadas. Impulsados por sitios de *crowdfunding*, los *makers* pueden incluso utilizar su red para recaudar dinero. El viejo modelo de aficionados trabajando en su sótano, está dando el paso a un movimiento mundial de personas que trabajan juntas en línea. Los talleres alrededor del mundo ahora están conectados con medios como:
 - La nube: como canal para la producción digital, actividades de diseño, distribución de la producción y almacenamiento de información.

²⁷ Es un mecanismo colaborativo de financiamiento económico colectiva de proyectos y consiste en poner en contacto promotores de proyectos que demandan fondos mediante la emisión de valores y participaciones sociales o mediante la solicitud de préstamos. En dicha actividad sobresalen la unión masiva de inversores que financian con cantidades reducidas pequeños proyectos de alto potencial y el carácter arriesgado de dicha inversión.



- Electrónica personalizada: sistemas como Arduino o Raspberry Pi permiten a personas no expertas en el tema realizar desarrollos electrónicos.
 - Internet de las cosas: un concepto que implica la conectividad en red de todo tipo de objetos.
 - Open software: que consiste en hacer accesible a cualquier programador de cualquier parte del mundo a que use, colabore, edite y mejore los programas de cómputo.
 - Crowdfunding: la financiación de proyectos a través de las aportaciones de una comunidad de usuarios.
- Fábrica para alquiler: inventar algo nuevo no es suficiente; se debe comercializar también, idealmente en cantidad. Esto significa producción en masa, y tradicionalmente esa ha estado reservada para personas que, o bien son dueñas de una fábrica o pueden permitirse poner en marcha los servicios de una. Eso solía implicar meses o años de negociaciones, traslados a otros países, e invirtiendo grandes cantidades de dinero. Algunas compañías que ofrecen sus servicios de fabricación digital son:
 - Ponoko: una plataforma que ofrece a los usuarios la posibilidad de utilizar herramientas online para diseñar un producto, mandar fabricarlo o ponerlo a la venta desde la web.
 - Quirky: acompaña a los productores en todo el proceso de transformación de una idea en producto, y dispone de una comunidad de usuarios que asesora a los inventores.

Uniendo estos factores, se tiene una transformación ascendente de la fabricación que está siguiendo las trayectorias democratizadas similares de la informática y las comunicaciones. Hoy en día las fábricas de todo el mundo son cada vez más accesibles en la red, abiertas a órdenes de cualquier tamaño para cualquier persona, a cualquier escala. Gracias a la producción y el diseño digital, las fábricas en otros países son lo suficientemente flexibles para tomar pedidos en línea, mediante tarjeta de crédito, para lotes tan pequeños como unas pocas docenas o tan grandes como unos pocos millones. Otras compañías, como Shapeways y Ponoko, ofrecen fabricación digital como un servicio, por lo que cualquiera puede alquilar tiempo efectivo en impresoras 3D industriales de alta gama o máquinas CNC.

Las herramientas de fabricación digital están generando una explosión de aplicaciones y usos y en la actualidad se puede producir casi cualquier cosa por estos medios. Los usos actuales de la fabricación digital incluyen joyas, vestimenta, muebles, maquinas, alimentos y prótesis, entre otros. Muchas de estas aplicaciones son copias o mejoras de procesos existentes, pero también hay aplicaciones más experimentales tales como, la construcción de casas, la producción de tejidos humanos, y la fabricación 3D y la impresión 4D.

La reducción en los costos de las máquinas favorece un creciente proceso de adopción de la tecnología. Dada la diversidad de campos de aplicación, la rapidez de la innovación tecnológica y el enorme potencial de mercado, la fabricación digital se está convirtiendo en la tecnología disruptiva²⁸ por excelencia, y algunos ya comienzan a comparar su potencial con el que hace 20 años mostraban las tecnologías de información y comunicación en general e internet en particular. En este escenario, las promesas de la fabricación digital han atraído a grandes empresas, investigadores, políticos, emprendedores, arquitectos, diseñadores, *makers* y medios de comunicación.

Muchas de las herramientas tecnológicas que conforman la práctica de fabricación digital no son particularmente nuevas. Por ejemplo, el desarrollo de máquinas de CNC se remonta, al menos, a la década del cincuenta. El diseño asistido por computadora y la manufactura asistida comenzaron a utilizarse industrialmente en los años setenta y ochenta, mientras que el desarrollo de las primeras tecnologías de impresión 3D se remonta a mediados de la década del ochenta. (Earls, 2014)

3.4.2 Líneas de Ensamblaje

Una línea de ensamble es un proceso de manufactura en donde las partes, comúnmente partes intercambiables, son añadidas conforme el ensamble semi-terminado se mueve de la estación de trabajo a la estación de trabajo en donde las partes son agregadas en secuencia hasta que se produce el ensamble final. Moviendo las partes mecánicamente a la estación de ensamblado y trasladando el ensamble semi-terminado de estación a estación de trabajo, un producto terminado puede ser ensamblado mucho más rápido y con menor trabajo al tener trabajadores que transporten partes a una pieza estacionaria para ensamblar.

²⁸ Tecnología disruptiva o innovación disruptiva es aquella que conduce a la aparición de productos y servicios que utilizan preferiblemente una estrategia que produce ruptura brusca frente a una estrategia sostenible a fin de competir contra una tecnología dominante, buscando una progresiva consolidación en un mercado. Actualmente comienza a tener mucha importancia al plantear estrategias de desarrollo en los departamentos de investigación y desarrollo de muchas compañías.



Las líneas de ensamble son el método más común para ensamblar piezas complejas tales como automóviles y otros equipos de transporte, bienes electrónicos y electrodomésticos.

Las líneas de ensamble están diseñadas para una organización secuencial de trabajadores, herramientas o máquinas y partes. El movimiento de los trabajadores es minimizado lo más posible. Todas las partes o ensambles son manejados por transportadoras o vehículos como carretillas elevadoras o gravedad, la cual no tiene la necesidad de utilizar un transporte manual. El levantamiento de carga pesada es realizado por máquinas como grúas elevador o carretillas elevadoras. Normalmente cada trabajador realiza una simple operación.

Los principios del ensamblaje son los siguientes:

- Ubicar las herramientas y a los hombres en la secuencia de la operación para que el componente de cada parte pueda ser trasladado la menor distancia posible mientras se está en el proceso de terminado.
- Utilice láminas transportadoras u otra forma de transporte para que cuando un operador complete la operación coloque la pieza o parte siempre en el mismo lugar, este lugar debe ser siempre el más conveniente para su comodidad, y de ser posible tener a la gravedad desplazando la pieza o parte al siguiente operador.
- Utilice líneas de ensamble transportadoras que permitan que las partes a ser ensambladas sean entregadas a una distancia conveniente.

El trabajo sociológico ha explorado el aislamiento social y el desinterés que muchos trabajadores sienten debido a la monotonía de hacer siempre la misma tarea especializada durante todo el día. Debido a que los trabajadores tienen que estar de pie en el mismo lugar por horas y repitiendo el mismo movimiento cientos de veces al día, lesiones de estrés por movimientos repetitivos son una patología posible de la seguridad ocupacional. El ruido industrial también se comprobó ser peligroso. Es por esto que se debe considerar en las líneas de ensamble:

- Los trabajadores no deben cargar cosas pesadas.
- No doblarse o inclinarse.
- No se requiere un entrenamiento especial.
- Existen trabajos que casi todos pueden hacer.

Actualmente podemos hablar de una línea de ensamble digital donde se pueden desarrollar tareas utilizando diversas aplicaciones al alcance de la mano. El primer paso para crear una línea digital de ensamble, es tener una interfaz que encapsule complicados procesos de logística en una simple acción. Por ejemplo, puede ser un simple botón que nos permite pedir un taxi en una aplicación como la de Uber. El segundo paso consiste en identificar microtareas de flujos de trabajo que controlen a los recursos físicos y humanos. Por ejemplo, en el caso de una carrera de taxi podemos distinguir tareas tales como identificar dónde se encuentra el pasajero, a dónde se dirige, asignarle un vehículo y conducirlo por las calles. El tercer paso es automatizar algunas de esas microtareas. Las primeras dos microtareas son fáciles de automatizar gracias los sistemas de GPS y los mapas. La asignación automática de un vehículo es más complicada, pero se hace a través de algoritmos y bases de datos que permiten predecir el tráfico y otras variables. La última está en proceso de ser automatizada gracias a los esfuerzos para crear automóviles que se conduzcan solos.

A simple vista, parecería que solo los procesos relativamente simples, como el de viajar en taxi, pueden ser atomizados usando este modelo. Sin embargo, existen compañías que están aplicando este modelo para proveer servicios de limpieza, de asistentes personales, de abogados, de diseño gráfico e incluso de programadores.

Obviamente el grado de automatización varía dependiendo del grado de complejidad, pero el futuro del empleo perfila ser un modelo híbrido donde habrá procesos llevados a cabo por computadoras, con tareas realizadas por humanos y computadoras. En este modelo, los datos generados por los humanos en su trabajo serán usados para probar y mejorar los procesos de automatización. En otras palabras, el futuro será un híbrido de la inteligencia colectiva y la inteligencia artificial. (Microsoft, 2017)



3.4.3 Centros de Trabajo

Los centros de trabajo digital se conocen como *fablab*²⁹ que es un taller de fabricación digital de uso personal, es decir, un espacio de producción de objetos físicos a escala personal o local que agrupa máquinas controladas por computadoras. Su particularidad reside en su tamaño y en su fuerte vinculación con la sociedad más que con la industria.

Los *fablabs* son espacios abiertos, donde cualquiera puede acceder a las herramientas de fabricación digital, aprender su uso y proponer proyectos. El primero de ellos fue creado por el *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) en el *Centre for Bits and Atoms* en 2001 y en la actualidad existen más de 440 centros en todo el mundo. Los *fablabs* se caracterizan por utilizar el mismo conjunto de herramientas y capacidades, lo que les permite compartir diseños, códigos e instrucciones de fabricación. También se conectan entre sí través de medios electrónicos, en particular a partir de videoconferencias, para compartir aprendizajes y organizar proyectos.

En los *fablabs* es posible, por ejemplo, aprender a construir una impresora 3D básica o diseñar piezas y productos. También mezclan conocimientos de programación con electrónica básica, utilizando plataformas electrónicas como *Arduino*³⁰. Los proyectos en los *fablabs* incluyen desde la exploración de conocimiento popular en la construcción de telares digitales, la experimentación en arquitectura paramétrica o el diseño de instrumentos musicales, nuevas telas y joyas.

A diferencia de los espacios enfocados en la producción industrial, los *fablabs* tienen como objetivo promover la experimentación y el aprendizaje con las nuevas tecnologías. Y, si bien no rechazan la cultura emprendedora, estos espacios en general respetan la cultura del software libre y ofrecen días abiertos al público en general, para que cualquier pueda participar de los talleres.

Según la definición de la *Fab Foundation*, un *fablab* se define de la siguiente manera:

- Misión: los *fablabs* son una red global de laboratorios locales que favorecen la creatividad proporcionando a los individuos herramientas de fabricación digital.
- Acceso: cualquier persona puede usar el *fablab* para fabricar casi cualquier cosa, que no haga daño a nadie; debe aprender a hacerlo por sí solo y debe compartir el uso del laboratorio con otros usuarios.
- Educación: la enseñanza en el *fablab* se basa sobre proyectos en progreso y aprendizaje entre pares; los usuarios deben contribuir a la documentación y a la instrucción.
- Responsabilidad: los usuarios son responsables de:
 - Seguridad: saber trabajar sin hacer daño a las personas ni a las máquinas
 - Limpieza: dejar el laboratorio más limpio aun antes de usarlo
 - Operaciones: contribuir al mantenimiento, a la reparación, y al seguimiento de las herramientas, de las necesidades y de los incidentes.
 - Confidencialidad: los diseños y los procesos desarrollados en los *fablab* deben quedarse accesibles al uso individual aunque la propiedad intelectual pueda ser protegida según elección del usuario.
 - Negocio: actividades comerciales pueden incubarse en los *fablab* pero no pueden entrar en conflicto con el acceso abierto; deberían crecer más allá del laboratorio en lugar de dentro; se espera que esos negocios beneficien a los inventores, laboratorios y redes que han contribuido a su éxito.

Las máquinas que suele reunir un *fablab* son:

- Prototipador rápido: tipo RepRap³¹, que es típicamente una impresora 3D de plástico o partes de yeso.
- Cortadora láser: controlada por computadora para ensamblar estructuras 3D a partir de partes 2D.
- Fresadora: para hacer piezas medianas de muebles y de casas.
- Cortadora de vinil: para fabricar circuitos flexibles y antenas.

²⁹ Acrónimo del inglés *Fabrication Laboratory* o *Fabulous Laboratory*.

³⁰ Es una compañía de hardware libre y una comunidad tecnológica que diseña y manufactura placas de desarrollo de hardware, compuestas principalmente por microcontroladores. Se enfoca en acercar y facilitar el uso de la electrónica y programación de sistemas embebidos en proyectos multidisciplinarios. Toda la plataforma, incluyendo sus componentes de hardware y software, son liberados con licencia de código abierto que permite libertad de acceso a ellos.

³¹ Es una iniciativa con el ánimo de crear una máquina autorreplicable que puede ser usada para prototipado rápido y manufactura.



- Fresadora de precisión: para hacer moldes tri-dimensionales.
- Herramientas de programación: para procesadores de bajo costo.

Debido a su carácter informal y abierto, la experimentación con las tecnologías de fabricación digital que se realiza en los *fablabs* y otros espacios similares es lúdica y bastante espontánea. Es justamente este carácter informal el que puede resultar un obstáculo para estos espacios. Muchos de ellos no tienen formas de financiación continua para sostener las actividades diarias, mucho menos para sostener proyectos de investigación a largo plazo. Por lo tanto dependen de la realización de cursos, servicios a terceros y de la buena voluntad de sus integrantes para sostenerse.

Los *fablabs* constituyen un lugar privilegiado para el desarrollo de innovación abierta ya que utilizan herramientas de código abierto, establecen colaboraciones online con creativos de diferentes partes del mundo y establecen días específicos para la participación de personas que no trabajan diariamente en el laboratorio.

Algunas empresas están empezando a adoptar las metodologías participativas de innovación abierta que promueven los *fablabs*. En particular les interesa la facilidad para crear nuevos productos, hacer prototipos rápidos y desarrollarlos con un costo mucho más bajo que un laboratorio de investigación y desarrollo cerrado. (Walter-Herrmann, 2013)

3.4.4 Diseño de instalaciones

El lugar de trabajo donde se desarrolle una producción es fundamental para que se cumplan sus funciones de manera eficiente. En un entorno globalizado cada vez más, las compañías deben asegurar a través de los detalles sus márgenes de beneficio. Por lo tanto, se hace determinante evaluar con minuciosidad mediante un adecuado diseño y distribución de la planta, todos los detalles acerca del qué, cómo, con qué y dónde producir o prestar un servicio, así como los detalles de la capacidad de tal manera que se consiga el mejor funcionamiento de las instalaciones.

Esto aplica en todos aquellos casos en los que se haga necesaria la disposición de medios físicos en un espacio determinado, por lo tanto se puede aplicar tanto a procesos industriales como a instalaciones en las que se presten servicios, ya sea un *fablab* o una planta de producción industrial.

La distribución en planta se define como la ordenación física de los elementos que constituyen una instalación sea industrial o de servicios. Ésta disposición comprende los espacios necesarios para los movimientos, el almacenamiento, los colaboradores directos o indirectos y todas las actividades que tengan lugar en dicha instalación. Una distribución en planta puede aplicarse en una instalación ya existente o en una en proyección a futuro.

La correcta planificación y desarrollo de instalaciones para un nuevo proyecto depende de tres aspectos fundamentales:

- Un diseño y cálculo que contemple las necesidades acordes al uso, consumo y sector de la edificación, que ahorre recursos y cumpla con las normativas vigentes de seguridad.
- La colocación e instalación del sistema por personal altamente capacitado que ejecute de manera precisa los planos y memorias previamente calculados y diseñados.
- El uso de materiales de calidad que cumplan con las especificaciones y certificaciones técnicas requeridas.

El objetivo de un trabajo de diseño y distribución en planta es encontrar una disposición de las áreas de trabajo y del equipo que sea la más eficiente en costos, al mismo tiempo que sea la más segura y satisfactoria para los colaboradores de la organización. Específicamente las ventajas una buena distribución consisten en la reducción de costos de fabricación como resultados de los siguientes beneficios:

- Reducción de riesgos de enfermedades profesionales y accidentes de trabajo: se contempla el factor seguridad desde el diseño y es una perspectiva vital desde la distribución, de esta manera se eliminan las herramientas en los pasillos; los pasos peligrosos, se reduce la probabilidad de resbalones, los lugares insalubres, la mala ventilación, la mala iluminación, etc.
- Mejora la satisfacción del trabajador: con la ingeniería del detalle que se aborda en el diseño y la distribución se contemplan los pequeños problemas que afectan a los trabajadores, el sol de frente, las sombras en el lugar de trabajo, son factores que al solucionarse incrementan la moral del colaborador al sentir que la dirección se interesa en ellos.



- Incremento de la productividad: muchos factores que son afectados positivamente por un adecuado trabajo de diseño y distribución logran aumentar la productividad general, algunos de ellos son la minimización de movimientos, el aumento de la productividad del colaborador, etc.
- Disminuyen los retrasos: al balancear las operaciones se evita que los materiales, los colaboradores y las máquinas tengan que esperar. Debe buscarse como principio fundamental, que las unidades de producción no toquen el suelo.
- Optimización del espacio: al minimizar las distancias de recorrido y distribuir óptimamente los pasillos, almacenes, equipo y colaboradores, se aprovecha mejor el espacio. Como principio se debe optar por utilizar varios niveles, ya que se aprovecha la tercera dimensión logrando ahorro de superficies.
- Reducción del material en proceso: al disminuir las distancias y al generar secuencias lógicas de producción a través de la distribución, el material permanece menos tiempo en el proceso.
- Optimización de la vigilancia: en el diseño se planifica el campo de visión que se tendrá con fines de supervisión.

Existen muchos factores que se deben tener en cuenta además de los requisitos GMP³² (Buenas prácticas de manufactura), que son obligatorios, al diseñar una planta o instalación nueva o renovada: La logística, los aspectos económicos y los culturales son igual de importantes, y a veces tienen un mayor impacto sobre el diseño. Hoy en día, temas como la responsabilidad social, la sostenibilidad medioambiental y el menor consumo energético se están haciendo cada vez más importantes y, por lo tanto, un diseño bien elaborado y responsable debe considerarlos.

Los diseños pueden, por supuesto, incluir innovación y mejoras; sin embargo, la improvisación debe evitarse. Todo el proceso de diseño debe ser consistente, estar justificado racionalmente y bajo constante control utilizando los procedimientos escritos adecuados para evitar pasar por alto aportaciones relevantes para el diseño. Los temas que no se hayan tenido en cuenta en su totalidad en la etapa de diseño probablemente generen dificultades y mayores costos más adelante.

Todos los factores deberán analizarse en su conjunto y no individualmente, para poder tomar las decisiones adecuadas. Además, deben analizarse como variables combinadas y el análisis orientarse bajo diferentes puntos de vista, lo que exige la participación de equipos multidisciplinarios.

Las decisiones sobre el diseño deben estar orientadas a encontrar la mejor solución con respecto a la calidad, fiabilidad, eficiencia y menores costos de inversión, operación y mantenimiento. El mejor diseño no es aquel con la solución técnicamente más sofisticada o costosa; el verdadero valor añadido de un diseño es obtener la mejor solución posible para cada situación en particular. Evaluar todos los parámetros y las posibles soluciones ayudará a evitar el incremento de costos y la necesidad de rehacer trabajos de ingeniería.

El mejor diseño de instalaciones posible se obtiene después de un diseño exhaustivo que tenga en cuenta cómo cada detalle afecta la calidad del producto final fabricado. Esto se conoce como impacto del diseño y deberá llevarlo a cabo un equipo de profesionales cualificados que se especialice en los diferentes aspectos que deben tenerse en cuenta las áreas: control de calidad, garantía de calidad, ingeniería, mantenimiento y producción.

A pesar de que el diseño sea quizás la fase más importante de un proyecto para garantizar las mejores instalaciones al menor costo, es extremadamente importante tener el desarrollo y la ejecución de todo el proyecto bajo control hasta que las instalaciones se entreguen, para garantizar así el cumplimiento y la trazabilidad documentada de los requisitos iniciales. Esto puede lograrse al implementar un programa de control y calidad bien planificado y sólido para todos los pasos del proyecto: diseño, abastecimiento, construcción, instalación y puesta en marcha. (Meyers & Stephens, 2006)

³² Del inglés *good manufacturing practice* se encuentran incluidas dentro del concepto de garantía de calidad y constituyen el factor que asegura que los productos se fabriquen de forma uniforme y controlada, de acuerdo con las normas de calidad adecuadas al uso que se pretende dar a los productos y conforme a las condiciones exigidas para su comercialización.



3.4.5 Ergonomía para el diseño

La ergonomía³³ es la disciplina que se encarga del diseño de lugares de trabajo, herramientas y tareas, de modo que coincidan con las características fisiológicas, anatómicas, psicológicas y las capacidades de los trabajadores que se verán involucrados. Busca la optimización de los tres elementos del sistema humano-máquina-ambiente, para lo cual elabora métodos de la persona, de la técnica y de la organización.

La ergonomía también es conocida como factores humanos, es la disciplina científica relacionada con la comprensión de las interacciones entre los seres humanos y los elementos de un sistema, y la profesión que aplica teoría, principios, datos y métodos de diseño para optimizar el bienestar humano y todo el desempeño del sistema.

La ergonomía analiza aquellos aspectos que abarcan al entorno artificial construido por el hombre, relacionado directamente con los actos y acciones involucrados en toda actividad de este, ayudándolo a acomodarse de una manera positiva al ambiente y composición del cuerpo humano.

En todas las aplicaciones su objetivo es común: se trata de adaptar los productos, las tareas, las herramientas, los espacios y el entorno en general a la capacidad y necesidades de las personas, de manera que mejore la eficiencia, seguridad y bienestar de los consumidores, usuarios o trabajadores. Desde la perspectiva del usuario, abarca conceptos de comodidad, eficiencia, productividad, y adecuación de un objeto.

La ergonomía es una ciencia en sí misma, que conforma su cuerpo de conocimientos a partir de su experiencia y de una amplia base de información proveniente de otras disciplinas como la kinesiología, la psicología, la fisiología, la antropometría, la biomecánica, la ingeniería industrial, el diseño, la fisioterapia, la terapia ocupacional y muchas otras.

El planteamiento ergonómico consiste en diseñar los productos y los trabajos de manera de adaptar estos a las capacidades, necesidades y limitaciones de personas; el concepto busca evitar que la solución a los problemas del puesto de trabajo sea el camino contrario, es decir, exigir reiteradas y numerosas adecuaciones a la persona para adaptarse al puesto de trabajo.

La lógica que utiliza la ergonomía se basa en el axioma de que las personas son más importantes que los objetos o que los procesos productivos; por tanto, en aquellos casos en los que se plantee cualquier tipo de conflicto de intereses entre personas y cosas, deben prevalecer las personas.

Como principio, el diseño de productos, tareas o puestos de trabajos debe enfocarse a partir del conocimiento de las capacidades y habilidades, así como las limitaciones de las personas, consideradas como usuarios o trabajadores, respectivamente, diseñando los elementos que estos utilizan teniendo en cuenta estas características.

Los beneficios de la ergonomía son:

- Disminución de riesgo de lesiones y accidentes
- Disminución de errores / rehacer
- Disminución de riesgos ergonómicos
- Disminución de enfermedades profesionales
- Disminución de días de trabajo perdidos
- Disminución de ausentismo laboral
- Disminución de la rotación de personal
- Aumento de la tasa de producción
- Aumento de la eficiencia
- Aumento de la productividad
- Aumento de los estándares de producción
- Aumento de un buen clima organizacional
- Simplifica las tareas o actividades
- Rendimiento en el trabajo

³³ Derivado del griego ἔργον (ergon, 'trabajo') y νόμος (nomos, 'ley'), el término denota la ciencia del trabajo. Es una disciplina sistemáticamente orientada, que ahora se aplica a todos los aspectos de la actividad humana con las máquinas.



La ergonomía tiene diferentes variantes dependiendo su entorno de uso:

- Ergonomía física: se preocupa de las características anatómicas, antropométricas, fisiológicas y biomecánicas humanas relacionadas con la actividad física. Se centra en cuestiones como la postura en el trabajo, el manejo manual de materiales, las lesiones y trastornos musculoesqueléticos, los movimientos repetitivos, la salud ocupacional, la seguridad en el trabajo y el diseño de los puestos de trabajo.
- Ergonomía cognitiva: se ocupa de los procesos mentales, en la medida que estos afectan a las personas. Así, se ocupa de la percepción, el razonamiento, la memoria y la respuesta motora.
- Ergonomía organizacional: se ocupa de la optimización de sistemas socio técnico. En este sentido, incluye la estructura organizacional, políticas y procesos. Las cuestiones de las que se ocupa son la comunicación, el trabajo por turnos, el diseño de tareas, el teletrabajo y el trabajo en equipo, entre otros.
- Ergonomía biomecánica: se centra en las leyes de la mecánica aplicadas a las estructuras del aparato locomotor, lo que permite analizar los distintos elementos que intervienen en el desarrollo de los movimientos y facilitar las herramientas para favorecer un movimiento saludable.
- Ergonomía ambiental: se ocupa del estudio de las condiciones físicas que rodean a las personas, como son el nivel de ruido, el nivel térmico, el nivel de iluminación o las vibraciones.
- Ergonomía de diseño: se ocupa del diseño y la evaluación de equipos, sistemas y espacios de trabajo en base a conceptos y datos obtenidos en mediciones antropométricas, evaluaciones biomecánicas, costumbres de la población a la que está dirigida el diseño, características sociológicas, etc.
- Ergonomía preventiva: se ocupa de la relación entre las disciplinas encargadas de la seguridad e higiene en las áreas de trabajo. En este sentido, se ocupa de estudiar las condiciones de seguridad, analizar las condiciones de seguridad, la salud laboral, etc.

En el diseño de productos, la ergonomía es un factor muy importante al diseñar un producto, ya que será ésta la que asegure la usabilidad del mismo. Al desarrollar un producto con el apoyo de la ergonomía se consigue:

- Facilidad de mantenimiento: se facilita la limpieza, se evita la acumulación de suciedad, se reducen las partes con fricción y se facilita la lubricación.
- Facilidad de asimilación: se disminuye la curva de aprendizaje, es decir, se hace una menor demanda de las habilidades previas del usuario. Exige un menor esfuerzo, un menor número de movimientos y se reducen los alcances.
- Habitabilidad: se establecen condiciones de confort se eliminan los daños directos inmediatos que pueda sufrir el usuario y se eliminan o reducen los factores de riesgo.

En el diseño de puestos de trabajo, la aplicación de la ergonomía ha sido tradicionalmente la más frecuente; aunque también está muy presente en el diseño de productos y en ámbitos relacionados como la actividad del hogar, el ocio o el deporte. El diseño y adaptación de productos y entornos para personas con limitaciones funcionales, como el caso de personas mayores o personas con discapacidad, es también otro ámbito de actuación de la ergonomía. Todo diseño ergonómico ha de considerar los objetivos de la organización, teniendo en cuenta aspectos como la producción, eficiencia, productividad, rentabilidad, innovación y calidad en el servicio.

El estudio de los factores ergonómicos en los productos, busca crear o adaptar productos y elementos de uso cotidiano o específico de manera que se adapten a las características de las personas que los van a usar. Es decir, la ergonomía es transversal, pero no a todos los productos, sino a los usuarios de dicho producto.

El diseño ergonómico de productos, trata de buscar que estos sean eficientes en su uso, seguros, que contribuyan a mejorar la productividad, sin generar patologías en el humano, que en la configuración de su forma indiquen su modo de uso y características de uso.

Para lograr estos objetivos, la ergonomía utiliza diferentes técnicas en las fases de planificación, diseño y evaluación. Algunas de esas técnicas son: análisis funcionales, biomecánicos, datos antropométricos del segmento de usuarios objetivo del diseño, ergonomía cognitiva y análisis de los comportamientos fisiológicos de los segmentos del cuerpo



comprometidos en el uso del producto. En sentido estricto, ningún objeto es ergonómico por sí mismo, ya que la calidad de tal, depende de la interacción con el individuo, no bastan las características del objeto. (Sanders & McCormick, 1993)

3.4.6 Recursos

En la fabricación de un producto, la planificación de recursos es determinante para la eficiencia de la producción. En la producción encontramos dos términos que consisten en la administración de recursos, planificador de necesidades de material y en el planificador de los recursos de fabricación.

El MRP I (*Material Requirement Planning*) o planificador de las necesidades de material, es el sistema de planificación de materiales y gestión de almacenes que responde a las preguntas de, cuánto y cuándo proveer de materiales.

Este sistema da por órdenes las compras dentro de la empresa, resultantes del proceso de planificación de necesidades de materiales. Mediante este sistema se garantiza la prevención y solución de errores en el aprovisionamiento de materias primas, el control de la producción y la gestión de almacenes.

La utilización de los sistemas MRP conlleva una forma de planificar la producción caracterizada por la anticipación, tratándose de establecer qué se quiere hacer en el futuro y con qué materiales se cuenta, o en su caso, se necesitaran para poder realizar todas las tareas de producción.

Es un sistema que puede determinar de forma sistemática el tiempo de respuesta, aprovisionamiento y fabricación, de una empresa para cada producto.

El sistema MRP calculará las cantidades de producto terminado a fabricar, los componentes necesarios y las materias primas a comprar para poder satisfacer la demanda del mercado, obteniendo los siguientes resultados:

- El plan de producción especificando las fechas y contenidos a fabricar.
- El plan de abastecimiento de las compras a realizar a los proveedores.
- Informes de excepción, retrasos de las órdenes de fabricación, los cuales repercuten en el plan de producción y en los plazos de entrega de producción final.

Los beneficios de utilizar los sistemas MRP más significativos son:

- Satisfacción del cliente
- Disminución del almacenes
- Reducción de las horas extras de trabajo
- Incremento de la productividad
- Menores costos y aumento en los beneficios
- Incremento de la rapidez de entrega
- Coordinación en la programación de producción e inventarios
- Rapidez de detección de dificultades en el cumplimiento de la programación
- Posibilidad de conocer rápidamente las consecuencias financieras de la planificación

El sistema MRP II (*Manufacturing Resource Planning*), planificador de los recursos de fabricación, es un sistema que proporciona la planificación y control eficaz de todos los recursos de la producción.

El MRP II implica la planificación de todos los elementos que se necesitan para llevar a cabo el plan maestro de producción, no sólo de los materiales a fabricar y vender, sino de las capacidades de fábrica en mano de obra y máquinas. Este sistema de respuesta a las preguntas, cuánto y cuándo se va a producir, y a cuáles son los recursos disponibles para ello.

Los sistemas MRP II han sido orientados principalmente hacia la identificación de los problemas de capacidad del plan de producción, disponibilidad de recursos frente al consumo planificado, facilitando la evaluación y ejecución de las modificaciones oportunas en el planificador.

Para ello y, a través del plan maestro de producción y las simulaciones del comportamiento del sistema productivo de la empresa, se tendrá el control para detectar y corregir las incidencias generadas de una manera ágil y rápida.



El sistema MRP II ofrece una arquitectura de procesos de planificación, simulación, ejecución y control cuyo principal cometido es que consigan los objetivos de la producción de la manera más eficiente, ajustando las capacidades, la mano de obra, los inventarios, los costos y los plazos de producción.

El MRP II aporta un conjunto de soluciones que proporciona un completo sistema para la planificación de las necesidades de recursos productivos, que cubre tanto el flujo de materiales, como la gestión de cualquier recurso, que participe en el proceso productivo.

- Gestión avanzada de las listas de los materiales
- Facilidad de adaptación a los cambios de los pedidos
- Gestión optimizada de rutas y centros de trabajo, con calendarios propios o por grupo
- Gran capacidad de planificación y simulación de los procesos productivos
- Cálculo automático de las necesidades de producto material
- Ejecución automática de pedidos

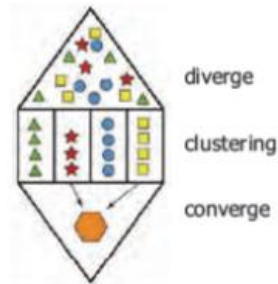
Este sistema aporta los siguientes beneficios para la empresa:

- Disminución de los costos de almacenaje
- Mejoras en el nivel del servicio al cliente
- Reducción de horas extras y contrataciones temporales
- Reducción de los plazos de contratación
- Incremento de la productividad
- Reducción de los costos de fabricación
- Mejor adaptación a la demanda del mercado (Norman G. , 1999)



Actividades del Módulo 3:

1. Realizar una matriz de un análisis de las posibilidades de utilizar diferentes materiales en un producto, sus beneficios e inconvenientes. Especificar cualidades deseadas, como dureza, flexibilidad, opacidad, transparencia, brillo, rugosidad, textura, color.



2. Discutir alternativas de fabricación para las diferentes posibilidades analizadas.



Módulo 4 . Taller de modelos, prototipos y portafolio

Para poder determinar las características físicas y atributos de un producto antes de su fabricación, modelos, simuladores y prototipos, son sin duda herramientas fundamentales en el proceso creativo, de comprobación y de producción de productos.

Se define como modelo a toda herramienta bi y tridimensional, que registra ideas, comprobaciones o validaciones del proceso de diseño. En este sentido, los modelos se clasifican en:

- Modelos bidimensionales: o bocetos, son registros gráficos bidimensionales que utilizan como soporte el papel y que se realizan con el fin de registrar ideas breves. Comúnmente son dibujos rápidos y muy esquemáticos cuyo fin principal es servir como anotación de una idea. Eventualmente pueden servir como medio de comunicación con el cliente.
- Representaciones bidimensionales: son representaciones tridimensionales hechas a mano, se usa para tener una idea general del producto terminado, con sus materiales definitivos. Son muy útiles como medio de comunicación con el cliente o productor; desgraciadamente, se han visto desplazados por modelos virtuales tridimensionales.
- Modelos de estudio: puede definirse como un boceto tridimensional, son registros tridimensionales que cumplen un papel similar a los bocetos bidimensionales, en donde la calidad en los acabados y precisión en los procesos no son prioritarios, sino la comprobación de composición tridimensional, proporción, estética, estructura. Pueden ser usados como un importante recurso en el proceso creativo.
- Modelos formales: son modelos tridimensionales cuyo único objetivo es mostrar la estética, composición espacial y proporción. Al estar ligada con los sentidos, sus acabados y detalles son indispensables.
- Simuladores o modelos funcionales: son modelos tridimensionales usados en procesos de comprobación, que sirven o funcionan como solución, previo a la propuesta definitiva. Estos modelos deben ser concebidos según el tipo y los objetivos de la comprobación a realizarse y teniendo en cuenta el usuario objetivo y sus demandas. Es además factible hacer modelos funcionales o simuladores solo de la parte del objeto necesaria para la comprobación.
- Modelos virtuales: son el resultado de la inclusión de nuevas tecnologías, los modelos virtuales son una respuesta válida en el proceso de diseño. Gracias al desarrollo de software 3D, es posible realizar modelos virtuales de todos los tipos descritos anteriormente, en donde se pueden comprobar factores formales, la estética, cromática, proporción, textura, composición, y factores funcionales, como la simulación virtual de funcionamiento de estructuras o resistencia de material. Su gran ventaja es su reducido costo, frente a la ejecución de prototipos o pruebas de comprobación reales. Gracias a nuevas tecnologías, como el CNC, impresión 3D, estos modelos virtuales pueden materializarse fácilmente.
- Prototipo: se entiende como el primer modelo del producto a tamaño real y con los materiales definitivos planteados para su fabricación, que tiene como propósito la validación técnica, constructiva, funcional, ergonómica, de distribución de la propuesta. La fabricación de un prototipo no se hace con los procesos industriales reales con los que realizará la serie, lo que se puede definir a partir de las validaciones que se realicen, incorporando las modificaciones necesarias y revisando la capacidad instalada o el modelo de producción que se adopte, en lo que se conoce como etapa de industrialización del producto. El prototipo es la aproximación más cercana al producto.
- Modelo de pre-producción: es el producto previo a la producción final artesanal o industrial, que a diferencia del prototipo, se hace con los procesos de producción reales, y sobre el cual aún es posible realizar validaciones, sobre todo en factores relacionados con la producción.



4.1 Métodos de diseño

Al inicio de un proyecto, el diseñador industrial debe, a través de una metodología adecuada, proponer un método para el desarrollo de su proyecto de diseño, así como también las técnicas y enfoques para diseñar de acuerdo al problema que desea solucionar y la naturaleza de su proyecto.

La metodología se define como la ciencia que estudia los métodos generales y particulares de la investigación científica, así como los principios para abordar diferentes tipos de objetos de la realidad y las distintas clases de teorías científicas.

El método es el procedimiento para la acción práctica y teórica del hombre que se orientan a asimilar un objeto, vía o procedimiento. Por lo tanto, los métodos de diseño son los procedimientos existentes para diseñar y representan las actividades que el diseñador realiza durante dicho proceso.

Los métodos de diseño se pueden clasificar desde una perspectiva histórica en dos etapas fundamentales: los métodos artesanales o intuitivos, en los que la propuesta se presenta en un plano o dibujo sobre el que se realizan todos los comentarios y modificaciones, y los métodos contemporáneos, aptos para afrontar problemas más complejos mediante el proceso sistemático organizado. Los primeros resultan insuficientes en muchos casos, dada la gran complejidad que requieren un elevado número de proyectos industriales. Los métodos contemporáneos son procedimientos elementales y con una finalidad parcial que cumplen determinadas misiones en el proceso de diseño.

Los métodos contemporáneos de diseño se pueden clasificar como métodos creativos si su finalidad es estimular este tipo de pensamiento eliminando bloqueos mentales o métodos racionales si su finalidad es establecer un enfoque sistemático con un marco de referencia lógico en el diseño. Otra clasificación tradicional de los métodos de diseño es aquella que los agrupase según las etapas de diseño en las que intervienen, estas son:

- definición de objetivos,
- establecimiento de funciones,
- fijación de requerimientos,
- determinación de características,
- generación de alternativas,
- evaluación de alternativas, y
- mejora de detalles.

Actualmente se ha unificado la metodología con el quehacer del diseño. Por esto, podemos concluir identificando ciertos requerimientos en el proceso de diseño, en relación con los cuales se plantean los métodos:

- Información: el diseño es, en forma esencial, un proceso y un sistema de información que incluye estudio, investigación y análisis, lectura, discusión, e incluso testimoniales que amplíen el conocimiento del diseñador, donde lo más importante es el conocimiento y la retroalimentación.
- El uso de la computadora: algunos métodos sugieren transferir a la computadora toda la información posible y crear patrones de diseño. De hacerse, con ello el cerebro humano limitaría sus libertades de creación y de expresión reduciéndolas a ejecuciones computacionales llamadas patrones. Esta visión es absolutamente discutible ya que el patrón en sí se define como bits y formas representadas en la red como líneas; además, el trabajo es sólo un medio y no un generador de diseño.
- Estimulación de la creatividad: es importante detectar qué clase de estímulo puede producir y asistir el proceso de la creatividad. Cada individuo posee su propio equipo mental y su propia experiencia. En la práctica del diseño, la creatividad es algo más complejo que una simple transformación lógica; de alguna manera la interacción entre la experiencia del diseñador y su obra están conectadas. Aquí es donde la imaginación del diseñador no tiene límites: echa mano a su habilidad para reconocer patrones y para reestructurarlos; es decir, el diseño requiere de creatividad, y la creatividad se estimula en las referencias y experiencias visuales, interacciones de técnicas y asociación libre de métodos existentes.
- El valor del diseño: la práctica del diseño gira en torno al sistema de valores, intuitivos o conscientes. Un producto es diseñado porque tiene un valor potencial para el consumidor.
- Decisión: una decisión en términos de diseño implica responsabilidad de la acción y de lo que esto conlleva. Aunados a la práctica del diseño se encuentran tres aspectos que se deben contemplar: métodos de diseño, detalle de problemáticas y especificación de técnicas y tecnologías. La importancia de generar métodos radica en permitir que el diseñador pueda sentirse libre para concentrarse en solo una parte pequeña del problema,



posibilitar que tenga medios para comunicar la esencia de sus imágenes mentales, facilitar sus posibilidades de realizar juicios rápidos de factibilidad de detalles críticos, y permitir realizar juicios con suficiente objetividad.

4.2 Perspectiva del diseñador

Tradicionalmente, las actividades de diseño y fabricación han estado unidas, aunque no existía una actividad previa de dibujo o bosquejo antes de la fabricación. En la actualidad estas dos actividades se encuentran bastante separadas, y es necesario el diseño para comenzar la fabricación. En la primera actividad el diseñador desarrolla y presenta una descripción lo más detallada posible y sin ambigüedades de lo que se va a fabricar.

La figura del diseñador se convierte en una pieza fundamental y se hace necesario disponer de una metodología para poder afrontar problemas complejos y que sea capaz de producir una descripción final del objeto que se va a diseñar que se adapte a los requerimientos demandados. Esta metodología es el estudio de los principios, prácticas y procedimientos de diseño en un sentido amplio. Su objetivo central está relacionado con el cómo diseñar, e incluye el estudio de cómo los diseñadores trabajan y piensan; el establecimiento de estructuras apropiadas para el proceso de diseño; el desarrollo y aplicación de nuevos métodos, técnicas y procedimientos de diseño, y la reflexión sobre la naturaleza y extensión del conocimiento de diseño y su aplicación a problemas de diseño. De esta forma, la metodología es el estudio formal del método o la ciencia del método, y estos se pueden definir como las maneras en que un diseñador realiza su tarea de diseñar. El ingeniero de diseño, a través de la ingeniería del diseño, es el que se encarga de utilizar el conocimiento científico en las tareas de desarrollo de proyectos de diseño.

Existen diferentes tipos de métodos, metodologías y teorías que se han desarrollado orientadas a entender el proceso de diseño desde diferentes perspectivas del diseñador:

- Método de Taguchi: estudia los parámetros de diseño identificando los valores óptimos de aquellos cuyo proceso de implementación es el menos susceptible de cambios, también se le conoce como diseño robusto.
- Teoría C-K: se basa en la distinción de dos espacios expansibles, el espacio de los conceptos (C del inglés *concepts*) y el espacio del conocimiento (K del inglés *knowledge*) que forman los procesos de diseño a través de cuatro tipos interdependientes de operadores: C K, K C, K K y C C, también conocido como cognición en el diseño.
- TRIZ: o teoría para la resolución de problemas de inventiva, es una teoría sobre la que se ha desarrollado posteriormente una metodología en forma de conjunto de herramientas basadas en modelos de generación de ideas y soluciones para resolver problemas.
- Metodología de diseño para un factor (DpX): propone mejorar la robustez de las familias de productos modulares a cambios en los requerimientos del cliente, para determinar de forma efectiva los factores de control óptimo y los correspondientes tiempos para el diseño de familias de productos robustos.
- Método de los montajes inteligentes: es un método muy poderoso para alcanzar la robustez, el cual puede ser utilizado como complemento a otros métodos desarrollados. El estudio se complementa con la aplicación del método a una aplicación industrial del procedimiento.
- Método de diseño axiomático: que propone un mundo de diseño formado por cuatro dominios: el del cliente, el funcional, el físico y el de los procesos. El del cliente representa aquello que hay que conseguir mientras, que el resto de dominios representan cómo se conseguirá.
- Metodología kansei: es una técnica para medir el impacto de un grupo de productos hacia sus clientes. Se trata de un experimento que requiere los juicios y valoraciones del consumidor sobre un grupo de características de los productos que pueden ser analizadas usando un conjunto de adjetivos para describir el producto.
- Metodología de modelado y análisis de la robustez en sistemas de ingeniería: es un marco para el desarrollo de sistemas robustos basado en el modelado de sistemas, el análisis de la integración y las técnicas de ingeniería de calidad.



- Matriz de estructura del diseño: utiliza la matriz DSM, del inglés *design structure matrix*, para modelar y simular el funcionamiento de los procesos de desarrollo de productos.
- Modelo de coevolución: estudia el modelo cognitivo y computacional de diseño y muestra que ambos poseen características complementarias que los hacen factibles de ser usados conjuntamente durante el proceso de diseño.
- Proceso de diseño creativo: basado en la integración de los métodos utilizados en la ingeniería del diseño y los procesos creativos utilizados en la psicología cognitiva.
- Metodología de optimización de diseño por datos: del inglés DDOM, *data-driven design optimization methodology* una aplicación informática que realiza experimentos y simulaciones en tiempo real con el fin de obtener mejores diseños en menos tiempo e invirtiendo menos esfuerzos que el resto de métodos.
- Método para el diseño de mecanismos complejos: parte de dos métodos de optimización en diseño basados en la topología y la forma, además de un esquema para la implementación del aporte de ideas del diseñador.
- Método de algoritmos genéticos: un método de optimización basado en algoritmos genéticos para el diseño de familias de productos con diferentes niveles en común, en el sentido de que cada característica o componente puede ser común al resto con un número reducido de variantes.
- Metodología pensar en el futuro: una metodología de diseño flexible basada en aprender a pensar en el futuro para que un diseño pueda ser reutilizado rápidamente más adelante. Gracias a esta metodología, se podrá producir más de un producto desde un núcleo común que constituye la parte más importante de su diseño actual.
- Métodos estocásticos: para tratar el importante papel de la flexibilidad de fabricación en la eliminación de defectos y la optimización del producto.
- Método de evaluación de la flexibilidad: es un método para evaluar la flexibilidad de un producto realizando un estudio empírico que determina la dependencia de la flexibilidad en un número de piezas, funciones, superficies de contacto y su tipo, módulos y la forma de disponer los diferentes módulos. Adicionalmente, se establecen una serie de pautas para apoyar el diseño para la flexibilidad.
- Modelo transdisciplinario de desarrollo del ciclo de vida del producto: es un nuevo modelo de desarrollo del ciclo de vida de nuevos productos, llamado modelo transdisciplinario de desarrollo del ciclo de vida del producto TPDL, del inglés *transdisciplinary product development lifecycle model*, basado en el método de diseño axiomático. En este, el método de diseño axiomático se amplía para cubrir el ciclo de vida completo del desarrollo de producto entero.
- Sistemática de obtención de necesidades de los clientes y evaluación de factores multiculturales: una sistemática de obtención de necesidades de los clientes y evaluación de factores multiculturales que, debido a la globalización, se han establecido como una de las nuevas tendencias en el desarrollo de nuevos productos.
- Modelo para cuantificar las necesidades de los clientes a requerimientos técnicos: crea un modelo o mapa acerca de las dificultades de cuantificar las necesidades de los clientes a requerimientos técnicos y, subsecuentemente, a parámetros de diseño.
- Método de estructuración de la respuesta estética: es un método de estructuración de la respuesta estética, vinculando cualidades sensoriales a los valores culturales y proponiendo un proceso de diseño para los sentidos como medio para realizar productos agradables a los ojos del cliente.
- Método de las herramientas afectivas: un grupo de herramientas afectivas que incluyen técnicas lingüísticas para generar adjetivos apropiados para el experimento y apoyo para crear representaciones del producto para el cliente.



- Método de análisis de bocetos: es el estudio de un nuevo método y las herramientas asociadas para interpretar los indicios de las intenciones de diseño mediante el análisis de bocetos, obtienen una serie de características estéticas que pueden ser usadas durante el modelado por computadora en el caso de la ingeniería inversa y el rediseño.
- Método de evaluación de la ergonomía y la seguridad: es una investigación sobre dos casos de estudio para evaluar la ergonomía y la seguridad en el uso de humanos y simulaciones virtuales en las que el modelo humano interactúa con el prototipo.
- Método de evaluación de la ergonomía y el contenido emocional del diseño: trata de dar solución a los problemas en el campo de la ergonomía relacionados con la semántica y el contenido emocional del diseño. En este estudio, se analizan una serie de diseños de éxito con el fin de encontrar respuestas a las siguientes cuestiones: ¿cómo diseñar productos evocando la felicidad en la mente del individuo?, ¿qué atributos de los productos ayudan en la comunicación de emociones positivas?, y ¿cómo evocar esas emociones a través del producto? Como resultado obtienen una serie de pautas que seguir por investigaciones futuras con el fin de hallar un procedimiento exitoso en el campo.
- Modelo para el análisis del esfuerzo en la etapa de desmontaje: realiza un análisis de la investigación reciente en el campo del desensamblaje, centrándose en la desmontabilidad, la generación de secuencias de desmontaje y el diseño asistido por computadora para el desensamblaje
- Metodología de identificación de la secuencia óptima de desmontaje: una metodología para identificar la secuencia óptima de desensamblaje basada en dos algoritmos diferentes. El primero trata de analizar las constantes físicas que se oponen al movimiento de los elementos mecánicos, mientras que el segundo, usando una representación basada en árboles binarios, permite la exploración automática del grupo de secuencias posibles. (Alcaide, 2004)

4.3 Herramientas de diseño y fabricación

Cuando analizamos el uso de modelos de control y prototipos aplicados al diseño de productos, es común preguntarse qué tipo de prototipo y tecnología se debe utilizar. La respuesta está en relación directa al tipo de producto, la etapa del proceso y el contexto de cada proyecto.

Cuando se trata de productos que serán fabricados con técnicas de producción manual, como la carpintería o metalurgia, es posible utilizar las tecnologías y materiales definitivos para la realización de los prototipos. El enfoque es distinto cuando diseñamos productos para fabricación industrial y es fundamental la validación técnica y normativa, previa a la inversión en moldes de producción.

Dependiendo de la etapa de desarrollo de un producto, podemos encontrar diferentes tipos de herramientas y recursos para la fabricación:

- Diseño: al inicio de esta etapa, se trabaja con bocetos a mano y digitales, no hay un archivo 3D para realizar un prototipo por impresión. El trabajo está centrado en la exploración formal y funcional, debiendo priorizar la velocidad y facilidad para realizar modificaciones a costos accesibles. Una de las herramientas que se utilizan son los modelos rápidos en espuma que permiten explorar variadas alternativas en un corto tiempo, realizando ajustes de forma directa sobre los modelos físicos. De esta manera se convierten en una herramienta de diálogo con los clientes para analizar las formas principales y realizar ajustes generales. Luego de la depuración inicial, es necesario comenzar a trabajar con modelos de mayor precisión, en particular en lo que refiere a calidad de las terminaciones y fidelidad de las formas. Utilizar una u otra solución tecnológica, se debe definir en función de los requerimientos específicos del proyecto. Para validar propuestas con usuarios, es imprescindible que el prototipo sea visualmente realista, a nivel de terminaciones superficiales, transparencia, etiquetas, simulación de contenido, etc. Otro ejemplo del uso de técnicas alternativas, es el vaciado de cerámica en molde donde los modelos permiten analizar internamente la factibilidad productiva y determinar posibles ajustes al diseño.
- Desarrollo técnico: en esta etapa del proyecto, se desarrolla el modelado técnico detallado, con el cual es posible recurrir a distintas técnicas de prototipado de precisión. Una vez finalizado el modelado, se realiza la verificación y posterior validación técnica y normativa. Es el paso previo a realizar la inversión en las



herramientas de producción y se valida el cumplimiento con los requerimientos establecidos al inicio del proyecto. En este punto, los prototipos de precisión son fundamentales, se pueden realizar prototipos que simulen las condiciones físicas de los materiales, como prototipos flexibles para poder simular la situación de uso y probar la ergonomía del nuevo diseño. En algunos proyectos las alternativas de prototipado disponibles no son suficiente y debemos recurrir a técnicas de duplicación. Mediante estos procesos obtenemos piezas que puedan ser sometidas a ensayos de acuerdo a normas técnicas, por ejemplo cuando se trata de productos eléctricos. Utilizando moldes de silicón, también se pueden hacer duplicaciones en resinas transparentes, para presentar diseños de envases en los que sea necesario mostrar su contenido.

- Desarrollo comercial y pre-venta: Hoy en día no es necesario invertir en moldes, para tener una primera pieza que se pudiera fotografiar. Las técnicas disponibles, combinadas con un buen manejo de las terminaciones superficiales, permiten tener a nuestro alcance un producto luzca real. Su uso permite elaborar los catálogos y materiales de marketing, necesarios para comenzar las conversaciones comerciales, mucho antes de invertir en moldes. Lo anterior, conjugado con la posibilidad de realizar series cortas con técnicas alternativas, es un factor clave para potenciar el proceso de desarrollo con emprendedores.

Existen diferentes tipos de tecnologías para fabricar un prototipo, dependiendo los materiales usados y la función del prototipo podemos encontrar:

- Técnica sustractiva, Fresado CNC: Partiendo de un bloque de material y utilizando fresas de distinto tamaño, se talla la figura buscada. Permite trabajar con modelos de mayor tamaño y los costos suelen ser más bajos que en otras técnicas. La terminación superficial muestra las huellas de las pasadas y en general se trata de modelos macizos. Esta técnica permite generar modelos en madera, distintos tipo de espumas y metales.
- Técnicas de fabricación por adición, Impresión 3D: en este grupo encontramos varias posibilidades tecnológicas, que difieren entre sí en el tipo de material utilizado, sólido o líquido, el método usado para la unión entre la distintas capas, procesos de sinterizado, deposición fundida, curado, y las características de los materiales, como metálicos, plásticos, rígidos, flexibles, transparentes, opacos, o coloreados.
 - Estereolitografía (SLA o SL): es un proceso de fabricación por adición que emplea resina que cura mediante luz ultravioleta, en capas que tienen un espesor que va de 0.05 a 0.15 mm. En un proceso de alta precisión, un costo elevado y los prototipos en resina rígida son frágiles.
 - Sinterizado selectivo por láser (SLS): es un proceso muy flexible, que permite generar prototipos en diversos materiales. Se deposita una capa de polvo en una bandeja y mediante un láser se sinteriza el polvo en los lugares seleccionados, haciendo que el polvo en esa zona se fusione y solidifique. Mediante esta técnica se pueden obtener modelos en metal, materiales flexibles, rígidos, etc.
 - Modelado por deposición fundida (FDM): esta técnica trabaja depositando delgadas capas del material fundido. Un filamento de plástico o metal es almacenado en un rollo que alimenta la boquilla que se encuentra a la temperatura necesaria para fundirlo. Estos prototipos tienen un costo normalmente menor que las técnicas anteriores y permiten trabajar con materiales como ABS, PLA y Nylon, en variedad de colores. Como desventaja, la terminación superficial suele mostrar el escalonado de la capas y en caso de necesitar superficies de doble curvatura, se debe recurrir a impresoras de doble boquillas para una mejor terminación.
 - Impresión de polvo con tinta aglomerante, esta técnica trabaja depositando delgadas capas de polvo sobre una bandeja y mediante la impresión de una tinta aglomerante se van uniendo las capas, el modelo luego debe ser embebido en una resina estructurante. Si bien el prototipo es quebradizo, se pueden producir piezas de mayor tamaño a un costo bajo.

Una vez definida la tecnología que se usará para la fabricación del prototipo, las características del material y las dimensiones de la pieza, resta encontrar quien lo fabrique. Existen proveedores que se encargan de este trabajo y trabajan a nivel internacional vía online, como las empresas I.Materialise, 3D Hubs, Shapeways, Fabrix3D, Sinergia Tech que ofrecen un amplio abanico de materiales y acabados, en caso de ser estudiantes, en algunas universidades se cuenta con talleres especializados para prototipaje rápido.



4.3.1 Representación de productos en 2D y 3D

Las dimensiones definen el espacio en que un objeto puede existir. Si a una línea muy fina, que tiene sólo una dimensión, longitud, se agrega una segunda dimensión de ancho, se tiene un espacio 2D o bidimensional. Las formas 2D o bidimensionales tienen longitud y ancho, pero no profundidad.

Una gráfico 2D tiene dos ejes, generalmente llamados X y Y. La mayoría de los dibujos, fotografías, pinturas y libros de formato de la imagen son de dos dimensiones. Las animaciones 2D son planas, aunque se puede crear la sensación de profundidad en algunos de los elementos que usan luz y sombra, esto suele estar restringido a un segundo plano. Las películas estándar son 2D; hay una impresión de profundidad, ya que se registran en el mundo real, pero la imagen aparece plana en la pantalla.

Los espacios 2D tienen altura y anchura. Si se agrega una tercera dimensión de profundidad, se tiene un espacio 3D o tres dimensiones. Las formas 3D o tridimensionales tienen profundidad así como longitud y anchura. Pirámides, cubos, esferas y cilindros son ejemplos de formas tridimensionales, a diferencia de triángulos, cuadrados y círculos de dos dimensiones.

Los gráficos tridimensionales permiten tres ejes en lugar de los dos más habituales. Una escultura es un ejemplo de un modelo en tres dimensiones. A diferencia de un simple libro ilustrado, un libro desplegable tiene tres dimensiones. En la animación, 3D significa que los elementos están contruidos de manera que parecen tener profundidad, e incluyen largometrajes de animación. En la tecnología de cine y televisión, 3D se refiere a las técnicas que hacen que la imagen parezca tener profundidad. Normalmente, se necesita ver la televisión en 3D y películas a través de anteojos especiales para ver el efecto.

Algunos de los resultados del trabajo en 2D que utiliza el diseñador industrial para presentar productos son: carteles, logotipos, fotografías, identidad corporativa, diseño web, ilustraciones, infografías, instructivos, volantes, folletos, catálogos, carpetas, postales, planos arquitectónicos, de instalaciones eléctricas o de maquinaria y aplicaciones móviles. Mientras que para el diseño 3D encontramos resultados como estos: infografías 3D, animaciones, presentaciones interactivas, publicidad holográfica, realidad aumentada y virtual, recorridos virtuales, imágenes 3D fotorrealistas, videojuegos.

Las ventajas del diseño 2D son:

- Es plano y sencillo, por ello ver un gráfico de esta naturaleza, permite mostrar ideas más claras para expresar conceptos muy complejos, como la ubicación en mapas, gráficas o fotografías que pretendan ilustrar algún hecho complicado de la manera más sencilla.
- Es más económico por el lado técnico, no siempre pero si la mayoría de los casos el 2D es más rápido y fácil de crear, siendo lo más conveniente si su proyecto es de bajo presupuesto, sin sacrificar calidad en el proyecto.
- Es más fácil de retener en la mente del espectador, puede verificar o hacer memoria de los logotipos de cualquier marca existente, la mayoría utiliza gráficos 2D por esta razón, entre más simple, más fácil es recordarlo.
- Es más ligero al procesar en programas de cómputo y en formatos es más fácil programarlo y crear interactividad en un proyecto. Ejemplo de ello es la evolución de la industria del videojuego, que al empezar con recursos limitados comenzó con el 2D y poco a poco utilizo 3D, pero de baja calidad hasta llegar a altas definiciones de la actualidad. Entre más avance la historia informática, tienden a aparecer computadoras, consolas y demás equipos que permitan trabajar con archivos más pesados, incluso las cámaras digitales y celulares son ahora mucho más potentes y accesibles que hace algunos años, aun así sigue siendo un problema la velocidad de cómputo y es más conveniente usar gráficos 2D.
- Está presente en tendencias de diseño actuales y casualmente hace alusión al pasado y a lo retro.

Las ventajas del diseño 3D son:

- El 3D tiene una personalidad fuertemente marcada, con solo ver un gráfico 3D se puede observar que se trata de la tecnología de punta de última generación de gráficos, en la mayoría de los casos.
- La interactividad lleva a quien lo observa a un mundo casi real como en el que vivimos, se puede experimentar la sensación de estar en un determinado lugar sin estar realmente en el e incluso hacer especulaciones de lo que pasaría en determinadas situaciones.



- El sentido de hiperrealismo es sin duda muy superior al 2D, pues este puede ser animado, de una forma mucho más sencilla que la animación cuadro por cuadro que sería necesaria para que el 2D pudiera hacer esto.
- Puede aplicarse para fotografía de producto, teniendo un costo menor en la mayoría de los casos comparado con la fotografía, el resultado puede pasar por real, muy útil para cuando aún no se tiene creado el producto y se necesita presentar.
- El diseño 3D permite ver el producto por todos sus ángulos, se debe tener cuidado al diseñar 3D porque todo debe quedar perfecto, el usuario lo podrá revisar por todas partes.
- Los avances en tecnología permitirán tener equipos de cómputo y programas más robustos que obtendrán mejores gráficas y cada vez más realistas.

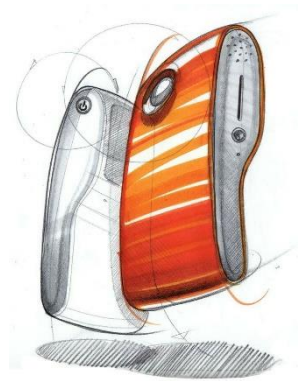
En la presentación de un producto se pueden utilizar dibujos en 2D y 3D, lo ideal es enriquecer la presentación con imágenes, planos técnicos, croquis y explicación de detalles en 2D y complementarlo con modelados 3D, videos y animaciones interactivas que muestren los atributos de un producto.

4.3.2 Dibujo a mano alzada de objetos y modelado 3D

El dibujo es un arte visual en la que se intenta representar objetos en un medio bidimensional. Para hacer esta representación se utilizan varios medios y materiales como pueden ser lápices, carbón y superficies como el papel.

El dibujo a mano alzada es aquel que se realiza sin utilizar ninguna herramienta auxiliar, solamente se realiza con la mano y el lápiz. También se le conoce como dibujo a pulso o bocetaje.

El dibujo a mano alzada está enfocado hacia la parte más esencial e inmediata del dibujo, en este tipo de dibujo no se incluye la pintura, ni las presentaciones o levantamientos de planos, que pasan a formar parte de otro tipo de dibujo, tal como el dibujo artístico o dibujo técnico. También debemos tomar en cuenta que solo se puede utilizar la mano como herramienta para este tipo de dibujo, ya que no se utilizan las reglas, escuadras, ni otro instrumento de dibujo.



El dibujo a mano alzada es aquel que se realiza sin apoyar la mano. Esta técnica permite principalmente el trazo correcto de líneas verticales, horizontales e inclinadas. Para el trazo a mano alzada o a pulso como también se le conoce, el lápiz debe tomarse con libertad, para ello no debe tomarse cerca de la punta, sino un poco más arriba. Para el trazo de líneas se seguirán las reglas universales de dibujo que son:

- Las líneas verticales se trazan de arriba hacia abajo, con un movimiento oscilatorio de los dedos en una serie de trazos continuos y firmes.
- Las líneas horizontales se trazan de izquierda a derecha con un movimiento de muñeca para las líneas cortas, y del antebrazo para las líneas largas.
- Todas las líneas curvas se trazan de un solo movimiento y en sentido de las manecillas del reloj, realizándolas primero con un trazo ligero, para luego delinearlos con más precisión.

Un trazo perfecto se obtiene cuando la mano obedece a la vista con proporción razonable. Existen varios tipos de dibujo de mano alzada, entre ellos encontramos:

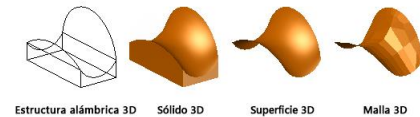
- Dibujo artístico: se refiere al dibujo que sirve para expresar ideas, sentimientos, emociones. El artista dibuja las cosas no como son, sino como las siente. Es un tipo de dibujo que requiere de un talento innato.
- Dibujo al natural: es el dibujo que copia los objetos directamente, mediante la observación. En este tipo de dibujo, se trabaja con el modelo en frente, no se hace de memoria, y se intenta copiar fielmente el objeto.
- Croquis: es un tipo de dibujo rápido y eficaz, claro, preciso, sintético, captura todos los detalles importantes, pero de una manera esbozada, sin detenerse en pequeñeces que no aportan datos útiles.
- Caricatura: es un retrato que exagera o distorsiona la fisonomía del modelo. La técnica usual consiste en distorsionar los rasgos más marcados de la persona, los que la distinguen. En general se emplea con fines humorísticos, y puede resaltar rasgos que no son llamativos en la persona, pero que se identifican con características de su personalidad.



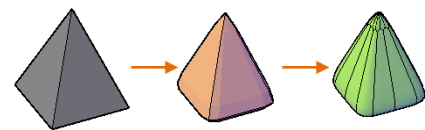
El dibujo a mano alzada requiere de aptitudes muy especiales, tanto personales como naturales, de mucha paciencia y pasión. Es el mensaje propio de una imagen, paralelo a lo real o a lo establecido. (Torres & Socorro, 1978)

El modelado 3D consiste en generar objetos virtuales en programas especializados para el diseño por computadora. Hay varios tipos de modelado 3D, cada una de estos tipos de modelado ofrece un conjunto diferente de funciones:

- El modelado de estructura alámbrica: es útil para las iteraciones iniciales del diseño y como geometría de referencia, sirviendo como estructura tridimensional para el modelado o las modificaciones posteriores.
- El modelo de sólidos: es muy eficaz y permite combinar fácilmente primitivas y perfiles extruidos, y ofrece propiedades de masa y funciones de sección.
- El modelado de superficie: ofrece un control preciso de las superficies curvas para operaciones minuciosas de manipulación y análisis.
- El modelado de mallas: ofrece funciones de plegado, suavizado y escultura de formas libres.



Un modelo 3D puede incluir una combinación de estas tecnologías y se pueden realizar conversiones entre ellas. Por ejemplo, se puede convertir una pirámide de sólido 3D primitiva en una malla 3D para realizar el suavizado de malla. Se puede convertir la malla en una superficie 3D o restablecerla como un sólido 3D para aprovechar sus respectivas funciones de modelado.



4.4 Desarrollo de portafolios digitales

Un portafolio digital se refiere a una recopilación de documentos que pueden mostrar diferentes aspectos globales o parciales de una persona, ya sea de carácter personal, académico o profesional, o de una organización, con objetivos, organigramas, y productos que promociona, los cuales han estado seleccionados y organizados de forma reflexiva y deliberada y son presentados en formato digital por medio de textos, imágenes, animaciones, simulaciones, audio y vídeo. Es una manera de presentar una identidad en formato digital.

El portafolio es una especie de memoria documentada de un proceso de creación, un proceso educativo o de otra índole que muestra la evolución de dicho proceso, de tal manera que se puede recomponer una trayectoria. El portafolio tiene su origen en el mundo artístico como forma de presentar y darse a conocer los diseñadores.

Los programas de cómputo que tienen como función la creación y edición de documentos audiovisuales, permiten la selección, edición y presentación de diferentes tipos de evidencias sobre lo que se quiere informar, por lo que es posible utilizarlas para preparar un portafolio digital. A grandes rasgos, podemos enumerar los siguientes grupos:

- Diseño web: Dreamweaver, Nvu
- Edición de imágenes: Adobe Photoshop, GIMP
- Edición de documentos: MS Word (MS Office), MS Powerpoint (MS Office), Writer (Libre Office)
- Creación de mapas conceptuales: Cmap Tools, Visual Understanding Environment (VUE)
- Edición de audio y vídeo: iMovie, Audacity
- Diseño de impresión: Adobe Acrobat

Finalmente, el producto o productos elaborados con estas herramientas pueden ser publicados en Web o compartido en vías electrónicas como el formato PDF. Además, hoy en día existen diferentes herramientas online para crear portafolios que te permitirán elegir la que más se adapte a las necesidades de presentación. Algunas de las más utilizadas son Prezi, WordPress o Pathbrite.

4.4.1 Características y elementos del portafolio digital

Lo que define un portafolio son cuatro componentes básicos:

- Tiene unos objetivos determinados.



- Se desarrollan para una audiencia en particular.
- Contienen trabajos realizados, comúnmente conocidos como evidencias.
- Incluyen reflexiones personales acerca de las evidencias incorporadas.

Además, es necesario considerar su utilización en el mundo educativo como una herramienta poderosa para el registro de evidencias de un proceso de desarrollo de aprendizaje que puede llevar a una reflexión sistemática de la práctica de diseño. El portafolio digital es un instrumento que combina las herramientas tecnológicas con el objeto de reunir trabajos que permitan el seguimiento y la evaluación del proceso de aprendizaje del diseñador. Este se caracteriza por:

- Mostrar la evolución del proceso de enseñanza y aprendizaje.
- Estimular la experimentación, la reflexión y la investigación del diseñador.
- Reflejar el punto de vista personal del diseñador sobre su aprendizaje.
- Evidenciar los momentos claves del proceso de enseñanza y aprendizaje: problemas, soluciones, logros.
- Reflejar la valoración de un cliente sobre el desempeño del diseñador en el desarrollo de un proyecto.

4.4.2 Ventajas del portafolio digital

Desde un punto de vista educativo, entre los efectos positivos en el uso de los portafolios, podemos mencionar tres:

- El portafolio permite el registro de toda la información de una clase, así como las opiniones de los estudiantes, ejercicios, materiales de estudio, entre otros. Brinda un buen soporte para la organización de la documentación y evidencias de su práctica educativa. Toda esta documentación reunida permite al profesor tener una perspectiva amplia de su práctica y a la vez le genera un sentimiento de satisfacción por los resultados evidenciados.
- El uso del portafolio genera mayor sistematicidad en la reflexión porque permite un registro constante del trabajo realizado y la comunicación permanente con el desarrollo de la práctica reflexiva sobre el quehacer docente. Es considerado un instrumento valioso para propiciar el proceso reflexivo durante la acción pedagógica
- Sirve de soporte para el desarrollo de un ciclo de aprendizaje que contempla la puesta en marcha de acciones planificadas, la reflexión sobre la acción misma y sus resultados y la planificación de ajustes a partir de las mejoras definidas, lo que ayuda al profesor a identificar con más claridad los aciertos y desaciertos presentes en su labor educativa, evaluar su impacto y definir ajustes y mejoras.

Existen algunas desventajas en el uso de portafolio en el ámbito educativo, entre las que destacan:

- Exige cierto nivel de conocimientos informáticos por parte del docente y los alumnos, que si no se poseen puede hacer que el portafolio digital parezca una herramienta poco práctica.
- Los costos asociados al desarrollo del portafolio digital, en cuanto a recursos tecnológicos (software y hardware) es otra de sus desventajas ya que no siempre son y están tan accesibles como se espera.
- El portafolio digital debe formar parte del modelo educativo y de la cultura institucional para que realmente se considere una herramienta valiosa en el proceso de aprendizaje de los alumnos.

El portafolio sigue considerándose un elemento muy valioso para evaluar tanto a los alumnos como a los docentes, fijando su atención no solo en el producto final, sino en todo el proceso llevado a cabo.

El portafolio se conoce como una alternativa a las estrategias de evaluación tradicionales. Además se lleva a cabo la negociación y el intercambio comunicativo entre profesor y alumno durante su desarrollo. Debido a algunas de sus ventajas, el portafolio se ha convertido actualmente en una herramienta fundamental en el proceso de enseñanza-aprendizaje. No se realizan portafolios únicamente como medio de evaluación, sino también para ser más conscientes de su proceso de enseñanza-aprendizaje, repercutiendo en una formación más cualitativa.

4.5 Fabricación de prototipo

Durante el desarrollo de un producto, es necesario hacer varios prototipos para garantizar que el proceso de diseño es correcto. Las tecnologías actuales permiten reducir el tiempo de prototipado al lograr piezas modificadas impresas en 3D en pocas horas.



Desde que la industria existe se ha tenido la necesidad de crear nuevos productos o servicios que cubran ciertas problemáticas de la sociedad o la industria, tradicionalmente la forma de arreglar esto es construyendo pequeños prototipos que nos ayuden a visualizar mejor la solución y los posibles problemas así como sus soluciones.

Las formas tradicionales de prototipado son las siguientes:

- Corte Laser: es una herramienta que utilizan las empresas para el modelado de piezas ensamblables a base de vectores, esta técnica es de las más utilizadas debido a que es económica y rápida.
- Modelado manual con barro: es una forma de modelado artesanal la cual consiste en tomar barro y modelar una pieza con las manos o con moldes; es utilizado comúnmente para ver las dimensiones del objeto sin tener que gastar en algún otro método de prototipado.
- Modelado con cartón: es utilizado principalmente para realizar modelado rápido o maquetas y prototipos desechables, los prototipos pueden realizarse a escala real de una forma muy económica y si el prototipo sale mal simplemente se vuelve a hacer.
- Modelado manual con plastilina: método de prototipado similar a la arcilla pero con la diferencia de que la arcilla se endurece y la plastilina no.
- Impresión 3D: es una forma de prototipar a escala o tamaño real de manera rápida y económica; cualquier cosa que se modele en una computadora se podrá realizar en una impresora 3D, estos prototipos son más caros que el modelado con cartón, barro o plastilina pero son más finales, es decir, se acercan más al producto final y no hay que esperar varios días para mandar a realizar este tipo de prototipos.

Entre las ventajas con las que cuenta la impresión 3D están las siguientes:

- Diseños tan complejos como se requieran.
- Replicable en tantas variantes como se deseen.
- No se requiere tener dinero detenido en almacenaje.
- No hay que ensamblar partes, a menos que el diseño así lo requiera.
- Infinitos diseños y texturas.
- No se necesitan habilidades especiales.
- Fabricación compacta.
- Es fácil deshacerse del material de desecho.
- Utiliza una gran variedad de materiales.
- Fabrica réplicas exactas.

4.6 Propuesta y diseño de un producto

La presentación de un producto es una acción que da a conocer el resultado de la investigación y elaboración del mismo. Entre los diferentes tipos de presentación, cuando se trata de un producto hay que tener en cuenta aspectos que van más allá de cómo hacer una presentación profesional. La presentación de un producto o servicio es una cuestión clave para toda empresa que quiere vender y hacer negocios. Lo más importante de una buena presentación es despertar el interés y demostrar que el diseño no es como los demás, que tiene algo especial, que el cliente o prospecto tiene un problema que el diseñador puede resolverle.

Las fases de la presentación de producto son:

- Informe: esta será la clave para que el resultado no sorprenda ni dé una sensación no esperada al cliente. Escuchar sus necesidades y expectativas es importante, tanto como acompañarle en el proceso y no permitir que se haga una idea que no beneficie al producto.
- Problema: mostrar la problemática para lo cual el producto está enfocado a solucionar.
- Propuesta: presentar la propuesta del proyecto es enseñar un borrador de la idea para seguir o no por ese camino.
- Elaborar una presentación: en este caso la presentación de producto es similar a la que se haría para presentar un proyecto, con la diferencia de que hay que extenderse en las partes referentes al producto,



proporcionando información también sobre la parte estética. Hay que desarrollar todas las partes que afectan al lanzamiento de un producto.

- Gestión de equipos: la presentación de producto engloba muchos detalles: desde el local donde se hará, pasando por la comunicación del evento.
- Cierre: acordar los pasos siguientes con el fin de vender o fabricar el producto.

Las claves para una presentación de producto exitosa son:

- Preparar y comprobar la presentación electrónica antes de hacerla.
- Conocer a quien se hará la demostración del producto.
- La presentación del producto debe ser breve pero completa.
- Hablar el lenguaje tipo del cliente.
- La venta se realiza entre persona, no entre empresas.
- Convertir los atributos en beneficios personalizados.
- Conseguir que el cliente participe.
- Hacer preguntas de control para comprobar el grado de participación del cliente.
- Sustentar siempre lo que se afirma en la presentación.
- Mantener el entusiasmo y la confianza.
- Captar y mantener la atención del cliente.
- Usar testimonios.

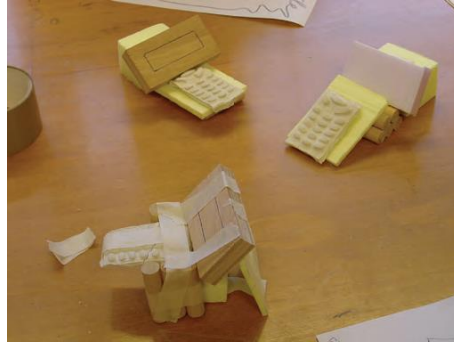
Lo que debe responder la presentación de un nuevo producto:

- ¿Qué resuelve mejor de lo que ya existe en el mercado?
- ¿Cómo se beneficia un cliente con el nuevo producto o servicio?
- ¿Cómo puede cuantificar o monetizar los beneficios?
- ¿Por qué va a funcionar en cada tipo de cliente en particular?
- ¿Hay casos donde los beneficios pueden no ser los esperados?



Actividades del Módulo 4:

1. Modelar físicamente con materiales proporcionados, una alternativa para un nuevo concepto de un producto, basado en un dibujo a mano alzada.



2. Planear la fabricación de un prototipo y hacer la presentación oral del nuevo producto.



Módulo 5. Planeación, innovación y sustentabilidad estratégica

5.1 Diseño y Desarrollo de Productos

La norma ISO 9000:2015 define al diseño y desarrollo como el conjunto de procesos que transforman los requisitos para un objeto en requisitos más detallados para ese objeto.

Diseño y desarrollo implica crear o determinar cómo debe ser algo que satisface los requisitos. Los requisitos que forman la entrada para el diseño y desarrollo son con frecuencia el resultado de la investigación, estos se definen generalmente en términos de características.

El diseño y desarrollo exige a los diseñadores estudios, investigaciones y tareas de modelado que le permitan encontrar la mejor manera de realizar el objeto que pretenden crear. El diseño de procesos es un término común en este campo, sin embargo, hay que tener en mente no confundir el saber qué producto fabricar y el definir cómo se va a realizar y controlar la calidad.



El contexto de una organización y de la aplicación del pensamiento basado en riesgo son las primeras fuentes de la necesidad del diseño y desarrollo. El diseñador debe dejar claro que ha considerado fuentes como:

- Requerimientos del cliente,
- La dirección estratégica de la organización,
- La investigación de mercado,
- Informes de servicios,
- Comentarios de los clientes,
- Nuevos requisitos y normativas,
- Cambios en los procesos,
- Nuevas tecnologías,
- Búsqueda de proveedores.

La empresa que se encargue del diseño y desarrollo de un producto tiene que establecer, implantar y mantener el proceso de diseño y desarrollo que sea el adecuado para asegurarse de que se cumpla la provisión de productos y servicios. Las etapas que debe cubrir dicho proceso son:

- Planificación del diseño y desarrollo: al determinar todas las etapas y controles para el diseño y el desarrollo, la empresa tiene que considerar:
 - La naturaleza, la duración y la complejidad de todas las actividades de diseño y desarrollo.
 - Todas las etapas del proceso que sean requeridas, se incluyen las revisiones del desarrollo y el diseño.
 - Las actividades que se requieren para la verificación y la validación del desarrollo y el diseño.
 - La responsabilidad y las autoridades que se encuentran involucradas en el proceso de diseño.
 - Todas las necesidades de los recursos internos y externos para diseñar y desarrollar los productos y los servicios.
 - Surge la necesidad de controlar todas las interfaces entre las diferentes personas que participan de forma activa en todo el proceso.
 - Nace la necesidad de participar de forma activa con los clientes y los usuarios durante el proceso.
 - Todos los requisitos necesarios para la provisión de servicios y productos.
 - Los requisitos de la posterior provisión de productos y servicios.
 - El nivel de control incrementa el proceso de diseño y el proceso que esperan los clientes.
 - La información documentada es necesaria para demostrar que se los requisitos se han cumplido de forma eficiente.



- Entradas para el diseño y desarrollo: la empresa tiene que determinar todos los requisitos necesarios para los tipos específicos de productos y servicios que diseñan y desarrollan. La empresa debe tener en cuenta:
 - Todos los requisitos para llevar a cabo su desempeño.
 - La información proviene de las actividades realizadas para el diseño y el desarrollo de sistemas.
 - Los requisitos legales y reglamentarios.
 - Establecer normas para las prácticas que la empresa se ha comprometido a implantar.
 - Todas las consecuencias de fallar según la naturaleza de los productos y los servicios.
- Controles del diseño y desarrollo: la empresa tiene que aplicar ciertos controles durante el proceso de diseño para asegurarse que:
 - Se definen todos los resultados que se quieren conseguir.
 - Se deben realizar diferentes revisiones a la hora de evaluar la capacidad de todos los resultados y que éstos cumplan con los requisitos establecidos por la norma.
 - Se llevan a cabo actividades para verificar que el diseño y el desarrollo cumple con todos los requisitos.
 - Se llevan a cabo actividades de validación para comprobar que los productos que realizan satisfacen todos los requisitos de la norma.
 - Se toman las acciones necesarias para afrontar los problemas que puedan surgir de las revisiones.
 - Se debe conservar la información documentada de las actividades.
- Salidas del diseño y desarrollo: la empresa tiene que asegurar que las salidas del diseño y el desarrollo:
 - Cumplen con todos los requisitos.
 - Son adecuados para los procesos posteriores a la provisión de productos.
 - Se incluyen todos los requisitos de seguimiento y medición, cuando sea apropiado.
 - Se especifican todas las características de los productos y servicios que resultan esenciales para el propósito perseguido.
- Cambios del diseño y desarrollo: la empresa tiene que identificar, revisar y controlar todos los cambios realizados durante el diseño y el desarrollo de todos los productos y los servicios, de forma posterior se deben tomar medidas necesarias para asegurarse de que no haya impacto adverso a la conformidad de los requisitos de la norma ISO 9001:2015. La empresa tiene que conservar la información documentada sobre:
 - Los cambios del diseño y el desarrollo.
 - Los resultados de todas las revisiones.
 - La autorización de todos los cambios.
 - Las acciones que se toman para prevenir los impactos adversos.

El proceso de diseño y el desarrollo de productos y servicios que constituye una etapa importante cuando el cliente y otras partes interesadas no establecen ciertos requisitos. Básicamente el cliente y el diseñador deben comprometerse a basarse a un proceso que registre lo siguiente:

- Planificar el diseño y el desarrollo recogiendo todas las consideraciones que deben tener en cuenta la empresa para establecer las diferentes etapas y controles para realizar el diseño y el desarrollo.
- Elementos de entrada para realizar el diseño y el desarrollo con lo que se señalan todos los elementos que tienen que constituir las entradas para el diseño y el desarrollo de productos y servicios como pueden ser los requisitos legales o las normas que la empresa haya pactado implementar.
- Controles en el diseño y el desarrollo, con lo que se indican todos los aspectos que se deben tener en cuenta para garantizar que la organización realice los controles necesarios en el proceso de diseño y desarrollo.
- Elementos de salida del diseño y el desarrollo, éstos deben cumplir con una serie de características que sean válidos para el siguiente proceso.
- Si existen cambios en los elementos de entrada y salida deben ser detectados e identificados por la empresa, además se deben controlar para que no se produzca ningún impacto que perjudique a los clientes.

5.1.1 Diseño de producto

Diseño de producto es el proceso de crear nuevos productos para ser vendidos por una empresa. Es un concepto muy amplio, es esencialmente la generación y desarrollo de ideas de manera eficiente y eficaz a través de un proceso artesanal. En un acercamiento sistemático a la artesanía, diseñadores conceptualizan y evalúan ideas convirtiéndolas



en productos tangibles. El rol principal de un diseñador de producto es el combinar arte, y nuevos materiales con el propósito de crear nuevos productos para el uso humano o decorativo. Su función como diseñador ha sido facilitada por herramientas digitales que permiten al diseñador comunicar, visualizar, analizar y realmente crear nuevas tendencias artesanales, a diferencia de antiguos procesos que hubieran requerido un mayor número de mano de obra.

El diseño de producto es a veces confundido con diseño industrial y se ha relacionado con términos de servicios, software y de producto. Diseño industrial está relacionado con convertir formas artísticas y funcionales, asociadas con diseño de arte y ergonomía, para la producción en masa de bienes. El diseño de producto puede ser considerado una rama del diseño industrial a diferencia que un diseñador industrial se dedica a la producción en masa y a grandes corporaciones. Otros aspectos del diseño de producto incluyen diseño estético.

Un producto bien diseñado beneficia tanto a quien lo produce como a quien lo utiliza. Sus contribuciones pueden materializarse de diferentes formas:

- Innovar de manera radical o incremental en conceptos, productos y procesos.
- Organizar y diversificar la oferta de productos, ayudando a diferenciarlos de sus competidores.
- Generar nuevos productos, a partir de tecnologías existentes.
- Introducir mejoras funcionales, estéticas y productivas en productos ya existentes.
- Mejorar la experiencia de uso de los productos, incrementando su valoración por parte de los usuarios.
- Facilitar la producción, optimizar costos de fabricación.
- Generar o adaptar productos a nuevos mercados, tanto nacionales como internacionales.
- Optimizar la comunicación de la empresa, aportando valor de marca y ayudando a fidelizar clientes.
- Desarrollar la imagen de un producto en su totalidad (nombre, logotipo, empaque, promocionales, página web).

5.2 Proceso de diseño

Existen varios procesos para el diseño de producto. El proceso permite a los diseñadores crear productos a partir de sus ideas. El proceso se enfoca en descubrir que es lo que se necesita, desarrollando lluvia de ideas, creando prototipos y generando el producto, si sus materiales propuestos se pueden adecuar al proceso de producción. Sin embargo, ese no es el final del proceso. Hasta ese punto, los diseñadores de producto aún necesitan poner en práctica la idea, haciendo el producto, evaluar su éxito y comprobar si no es necesario hacer algunas mejoras.

Un proceso es una secuencia de pasos que transforma un conjunto de entradas en un conjunto de salidas. Un proceso de desarrollo del producto es la secuencia de pasos o actividades que una empresa utiliza para concebir, diseñar y comercializar un producto. Muchos de estos pasos y actividades son intelectuales y organizacionales más que físicos.

Algunas organizaciones definen y siguen un proceso de desarrollo preciso y detallado, mientras que otras ni siquiera son capaces de describir sus procesos. Además, toda organización emplea un proceso al menos ligeramente distinto del que tienen las demás. De hecho, la misma empresa puede seguir diferentes procesos para cada uno de varios tipos diferentes de proyectos de desarrollo.

Un proceso bien definido de desarrollo es útil por las siguientes razones:

- Aseguramiento de la calidad: Un proceso de desarrollo especifica las fases por las que pasará un proyecto de desarrollo y los puntos de inspección en el proceso. Cuando estas fases y puntos de inspección se escogen con sabiduría, seguir el proceso de desarrollo es una forma de garantizar la calidad del producto resultante.
- Coordinación: Un proceso de desarrollo claramente articulado actúa como plan maestro que define los papeles de cada uno de los participantes en el equipo de desarrollo. Este plan informa a los miembros del equipo cuándo será necesaria su colaboración y con quién deberán intercambiar información y materiales.
- Planeación: Un proceso de desarrollo contiene hitos naturales que corresponden a la terminación de cada fase. La programación de los tiempos de estas etapas fija el programa del proyecto general de desarrollo.
- Administración: Un proceso de desarrollo es un estándar de referencia para evaluar la operación de un trabajo vigente de desarrollo. Al comparar los eventos reales contra el proceso establecido, un gerente puede identificar posibles áreas problemáticas.



- **Mejoría:** La documentación cuidadosa del proceso de desarrollo de una organización ayuda a identificar oportunidades para mejorar.

El proceso genérico de desarrollo del producto consta de seis fases. El proceso se inicia con una fase de planeación, que es el vínculo con actividades avanzadas de desarrollo en investigación y tecnología. La salida de la fase de planeación es la declaración de la misión del proyecto, que es la entrada requerida para empezar la fase de investigación del concepto y que sirve como guía para el equipo de desarrollo. La conclusión del proceso de desarrollo del producto es el lanzamiento del producto en sí, en cuyo momento éste queda disponible en el mercado para su adquisición.

Una forma de considerar el proceso de desarrollo es como la creación inicial de un amplio conjunto de conceptos alternativos de producto, y luego la subsecuente reducción de alternativas y creciente especificación del producto, hasta que éste pueda ser elaborado en forma confiable y repetida por el sistema de producción. Nótese que casi todas las fases de desarrollo están definidas en términos del estado del producto, aun cuando el proceso de producción y planes de mercadotecnia, entre otras salidas tangibles, también evolucionan a medida que avanza el desarrollo.

Otra forma de considerar el proceso de desarrollo es como un sistema de procesamiento de información. El proceso se inicia con entradas como son, por ejemplo, los objetivos corporativos y la capacidad de tecnologías disponibles, plataformas de producto y sistemas de producción. Diversas actividades procesan la información de desarrollo, formulando especificaciones, conceptos y detalles de diseño. El proceso concluye cuando toda la información requerida para apoyar la producción y ventas se haya creado y comunicado.

Una tercera forma de ver el proceso de desarrollo es como un sistema de administración de riesgos. En las primeras etapas del desarrollo del producto, varios riesgos se identifican y se les da prioridad. A medida que avanza el proceso, los riesgos se reducen cuando las incertidumbres se eliminan y las funciones del producto son validadas. Cuando el proceso se completa, el equipo debe tener confianza suficiente en que el producto funcionará correctamente y será bien recibido por el mercado. Los representantes de otras funciones, por ejemplo de investigación, finanzas, servicios de apoyo y ventas, también tienen aplicaciones clave en puntos particulares del proceso.

Las seis fases del proceso genérico de desarrollo son:

- **Planeación:** La actividad de planeación se conoce a veces como “fase cero” porque precede a la aprobación del proyecto y lanzamiento del proceso real de desarrollo del producto. Esta fase comienza por la identificación de las oportunidades guiada por la estrategia corporativa, y abarca la evaluación de los avances de la tecnología y los objetivos de mercado. El resultado de la fase de planeación es la declaración de misión del proyecto, que especifica el objetivo comercial del producto, las metas comerciales, las suposiciones básicas y las limitaciones.
- **Desarrollo del concepto:** En la fase de desarrollo del concepto se identifican las necesidades del mercado objetivo, se generan y evalúan conceptos alternativos del producto, y uno o más conceptos se seleccionan para desarrollo y pruebas adicionales. Un concepto es una descripción de la forma, función y características de un producto, y por lo general está acompañado por un conjunto de especificaciones, un análisis de productos de la competencia y una justificación económica del proyecto.
- **Diseño a nivel sistema:** La fase de diseño a nivel sistema incluye la definición de la arquitectura del producto y la descomposición del producto en subsistemas y componentes. Los planes iniciales para el sistema de producción y el esquema de ensamble final para el sistema de producción suelen definirse también durante esta fase. La salida de esta fase por lo general comprende un diseño geométrico del producto, una especificación funcional de cada uno de los subsistemas del producto y un diagrama de flujo preliminar del proceso para el ensamble final.
- **Diseño de detalle:** La fase de diseño de detalle incluye la especificación completa de la geometría, materiales y tolerancias de todas las partes únicas del producto y la identificación de todas las partes estándar a ser adquiridas de proveedores. Se establece un plan de proceso y se diseña el herramental para cada pieza a ser fabricada dentro del sistema de producción. La salida de esta fase es la documentación de control del producto, es decir, los dibujos o archivos de computadora que describen la geometría de cada una de las piezas y su herramental de producción, las especificaciones de las piezas compradas, y los planes de proceso



para la fabricación y ensamble del producto. Tres problemas de importancia crucial que se consideran mejor en el proceso de desarrollo del producto, pero que se finalizan en la fase de diseño de detalle, son: la selección de materiales, el costo de producción y el desempeño robusto del producto.

- **Pruebas y refinamiento:** La fase de pruebas y refinamiento comprende la construcción y evaluación de versiones múltiples de preproducción del producto. Los primeros prototipos (alfa) por lo general se construyen con piezas destinadas a producción, es decir, piezas con la misma geometría y propiedades de material que la versión de producción del producto, pero no necesariamente fabricadas con los procesos reales a usarse en producción. Los prototipos alfa se prueban para determinar si el producto funcionará como está diseñado y si el producto satisface las necesidades de los clientes clave. Los prototipos siguientes (beta) por lo general se construyen con piezas obtenidas de los procesos destinados a producción, pero no se pueden ensamblar usando el proceso de ensamble final pretendido. Los prototipos beta son evaluados exhaustivamente en forma interna y también en general son probados por clientes en su propio ambiente de uso. La meta para los prototipos beta suele ser responder preguntas acerca de la operación y confiabilidad para identificar cambios de ingeniería necesarios para el producto final.
- **Inicio de producción:** En la fase de inicio de producción, el producto se hace usando el sistema de producción pretendido. El propósito del inicio es capacitar al personal y resolver cualquier problema en los procesos de producción. Los productos elaborados durante el inicio se proporcionan a veces a clientes preferidos y son cuidadosamente evaluados para identificar cualquier falla. La transición de inicio de producción a producción en curso suele ser gradual. En algún punto en esta transición, el producto es lanzado y queda disponible para su distribución generalizada. Más adelante puede efectuarse una revisión del proyecto posterior al lanzamiento. Esta revisión incluye una evaluación del proyecto desde las perspectivas tanto comercial como técnica, y tiene la finalidad de identificar formas de mejorar el proceso de desarrollo para proyectos futuros. (Ulrich & Eppinger, 2004)

En la siguiente tabla se muestra el proceso genérico de desarrollo de producto. Se muestran seis fases, con algunas actividades y responsabilidades habituales de las funciones de negocios básicas de cada fase:



5.2.1 Estudio de factibilidad

El estudio de factibilidad es un instrumento que sirve para orientar la toma de decisiones en la evaluación de un proyecto y corresponde a la última fase de la etapa pre-operativa o de formulación dentro del ciclo del proyecto. Se formula con base en información que tiene la menor incertidumbre posible para medir las posibilidades de éxito o fracaso de un proyecto de inversión, apoyándose en él se tomará la decisión de proceder o no con su implementación.

El estudio de factibilidad debe conducir a:

- Determinación plena e inequívoca del proyecto a través del estudio de mercado, la definición del tamaño, la ubicación de las instalaciones y la selección de tecnología.
- Diseño del modelo administrativo adecuado para cada etapa del proyecto.
- Estimación del nivel de las inversiones necesarias y su cronología/lo mismo que los costos de operación y el cálculo de los ingresos.
- Identificación plena de fuentes de financiación y la regulación de compromisos de participación en el proyecto.
- Definición de términos de contratación y pliegos de licitación de obras para adquisición de equipos y construcciones civiles principales y complementarias.
- Sometimiento del proyecto si es necesario a las respectivas autoridades de planeación y ambientales.
- Aplicación de criterios de evaluación tanto financiera como económica, social y ambiental, que permita allegar argumentos para la decisión de realización del proyecto.

Del estudio de factibilidad se puede esperar: o abandonar el proyecto por no encontrarlo suficientemente viable, conveniente u oportuno; o mejorarlo, elaborando un diseño definitivo, teniendo en cuenta las sugerencias y modificaciones que surgirán de los analistas representantes de las alternas fuentes de financiación, o de funcionarios estatales de planeación en los diferentes niveles, nacional, sectorial, regional, local o empresarial. En consecuencia, los objetivos de cualquier estudio de factibilidad se pueden resumir en los siguientes términos:

- Verificación de la existencia de un mercado potencial o de una necesidad no satisfecha.
- Demostración de la viabilidad técnica y la disponibilidad de los recursos humanos, materiales, administrativos y financieros.
- Corroboración de las ventajas desde el punto de vista financiero, económico, social o ambiental de asignar recursos hacia la producción de un bien o la prestación de un servicio.

5.2.2 Estudios preliminares o definición

Lo preliminar es aquello que no es definitivo. Una evaluación, un estudio o una prueba preliminar pueden ayudar a la formación de un cierto panorama o a aclarar el camino antes de obtener la información definitiva y concluyente. Esto quiere decir que los datos preliminares son susceptibles de modificación.

A partir de un problema detectado se comienza a analizar y procesar la información disponible, en el contexto de la organización que llevará adelante el proyecto y su orientación estratégica. En esta etapa se busca obtener una primera orientación estratégica del proyecto, delimitando los márgenes de acción. Definir qué se va a hacer, sin avanzar en cómo hacerlo.

Los objetivos de los estudios preliminares son:

- Trazar la dirección estratégica del proyecto.
- Definir el problema a solucionar
- Garantizar afinidad entre el proyecto y la estrategia de la empresa.
- Evaluar capacidades existentes para el desarrollo del producto y cuáles deberán ser adquiridas.
- Identificar posibles compradores y usuarios del producto, canales de distribución y venta.
- Investigar la legislación y propiedad industrial relacionada con el producto.
- Determinar factores relacionados con la sustentabilidad del proceso y la disposición final del producto.

Las acciones que deben considerarse en esta etapa son:

- Documentar las necesidades que se van a satisfacer con este producto y tipo de usuario al cual dirigirse.
- Definir la comunicación del producto y su relación con la imagen corporativa.



- Analizar y cruzar las diferentes de fuentes de información.
- Armar un equipo multidisciplinario de diseño que acompañe todas las etapas del proyecto.
- Elaborar el plan estratégico.

Las herramientas que se deben utilizar en esta etapa son:

- Diagnóstico de Diseño.
- Entrevistas a usuarios líderes en un grupo focal.
- Sugerencias de clientes.
- Observación en uso.
- Análisis comparativo de productos.
- Análisis de valor.
- Mapa de producto.
- Análisis PEST³⁴. Matriz FODA.
- Planificación de escenarios.
- Análisis de: tendencias, costos y competencia.
- Benchmarking³⁵.
- Cronograma por fase.
- Ciclo de vida del producto.
- Rueda estratégica del eco-diseño.

Los resultados esperados de esta etapa son:

- Plan estratégico para el diseño del nuevo producto que contenga:
 - Listado de requisitos, condicionantes y cuantificantes
 - Plan de trabajo y Cronograma tentativo
 - Responsables
 - Estimación presupuestaria inicial

5.2.3 Periodo de concepción

La etapa de concepción, también llamada de diseño de concepto, es un análisis y creatividad para dar forma a la idea de producto, de manera tal que pueda ser entendida por terceros. Marca el rumbo a seguir a partir de una conceptualización clara del producto.

Esta etapa sirve para trazar los lineamientos del producto y su comunicación. Generar alternativas creativas con criterios de sustentabilidad, de orientación al usuario y de inclusividad. Programar tareas, fijando plazos a cumplir. En esta etapa se analizan distintas alternativas para luego seleccionar una de ellas para llegar al diseño de detalle.

El líder del proyecto se mantendrá en contacto con las autoridades para:

- Identificar y confirmar oportunidades de mejora y solución a problemas.
- Modificar el curso del diseño.
- Recomendar cambios en el Listado de Requisitos.
- Autorizar estudios suplementarios.
- Finalizar el proyecto anticipadamente.

Los objetivos que persigue esta etapa son:

³⁴ Identifica los factores del entorno general que van a afectar a las empresas. Este análisis se realiza antes de llevar a cabo el DAFO o FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas), que presenta la empresa en el marco de la planificación estratégica. El término proviene de las siglas inglesas para "Político, Económico, Social y Tecnológico".

³⁵ Consiste en tomar comparadores a aquellos productos, servicios y procesos de trabajo que pertenezcan a organizaciones que evidencien las mejores prácticas sobre el área de interés, con el propósito de transferir el conocimiento de las mejores prácticas y su aplicación.



- Generar alternativas para el diseño del producto en base a los requisitos y definiciones del producto y de la comunicación a desarrollar.
- Incluir criterios de sustentabilidad de orientación al usuario y de inclusividad. Verificar que se siga esta línea en las fases posteriores.
- Asignar tiempos, recursos y fondos para la presente fase.
- Definir la tecnología y los materiales a utilizar.
- Realizar una selección y estudio de factibilidad de aplicación de las ideas generadas.
- Refinar los estudios sobre legislación y propiedad industrial relacionados con el producto.

Las acciones a desarrollar en esta etapa son:

- Generar la descripción del concepto desarrollado, incluyendo las características y parámetros generales, la tecnología a utilizar y el funcionamiento y morfología del producto.
- Generar el registro y la aprobación de la información generada.
- Fijar criterios para la revisión y evaluación del concepto seleccionado a lo largo de la vida del proyecto.
- Evaluar la tecnología y los materiales seleccionados en su relación con las capacidades de la empresa.
- Valorar las características de los usuarios y consumidores.
- Propiedad intelectual.

Las herramientas usadas en esta etapa son:

- Sesiones de lluvias de ideas.
- Representaciones manuales y en 3D, bocetos, esquemas.
- Collage, fotomontajes.
- Maquetas de estudio.
- Análisis funcionales, utilitarios y comerciales del producto, del entorno de uso, relación producto-usuario.
- Análisis económico-financieros, de rentabilidad, de mercado y tendencias.
- Análisis de legislación vigente o futura.

El resultado esperado de esta etapa es un pliego de condiciones del concepto elegido donde queda descrita la tecnología, el funcionamiento y forma del producto, los responsables de cada actividad y la forma en la que se van a satisfacer las necesidades del cliente.

5.2.4 Estudios detallados o desarrollo

En esta etapa se realiza el desarrollo de la propuesta, definiendo cómo construir el producto. Es la fase crítica para delinear criterios de sustentabilidad e inclusividad. Esta etapa sirve para definir formalmente al producto y demás elementos como soportes gráficos, empaque y las especificaciones técnicas para su producción. También sirve para el armado del proyecto definiendo aspectos perceptivos y utilitarios, conjuntos y subconjuntos, geometría y vínculos entre partes, materiales a utilizar y procesos de producción, para documentar la información e identificar proveedores.

En esta fase el equipo de diseño y desarrollo incrementa su interrelación con otras áreas de la organización. El líder del proyecto se mantendrá en estrecho contacto con las autoridades de la empresa.

Los objetivos de esta etapa son:

- Definir materiales y procesos de fabricación para cada una de las partes y subconjuntos como así también los sistemas de ensamble del producto.
- Detectar lo que se puede lograr con recursos propios y lo que se debe tercerizar.
- Profundizar todos los elementos de soporte de comunicación del producto.
- Definir la cadena de distribución y logística, canales comerciales, distribuidores y representantes, fecha y tipo de lanzamiento y todos los elementos publicitarios y de marketing.
- Fijar tiempos, recursos y fondos para la presente fase del desarrollo.

Las acciones a realizar en esta etapa son:

- Evaluar el cumplimiento de las estrategias y especificaciones de diseño por parte del producto.
- Definir materiales, procesos de manufactura y técnicas de ensamblado y montaje.



- Seleccionar proveedores y subcontratistas.
- Contemplar los costos (estimado u objetivo) de cada componente y su correspondiente herramental.
- Estimar tiempos de desarrollo de herramental y producto.
- Chequear fecha de lanzamiento.
- Aprovechamiento de material.
- Optimización de procesos y recursos.

Las herramientas usadas en esta etapa son:

- Software para modelado 3D y de dibujo técnico (CAD).
- Maquetas de estudio, prototipos rápidos.
- Software para administración de proyectos. Análisis económico financiero, de rentabilidad. Análisis de mercado y tendencias.
- Software para administración del ciclo de vida del producto (PLM³⁶).

Los resultados esperados de esta etapa son:

- Documentación técnica detallada del producto, memoria técnica, planos de conjunto y de despiece, plantas y secciones.
- Cronograma ajustado
- Costos e inversiones, recursos necesarios.

5.2.5 Realización

Esta etapa es la puesta en marcha de la producción, fabricando una serie corta o prueba piloto, utilizando y poniendo a punto los medios productivos necesarios. Durante ella se deberán adquirir o subcontratar recursos materiales, equipos y herramientas de producción. Esta etapa sirve para que se transfieren las capacidades y conocimientos necesarios para la producción y distribución. Se comienza la planificación del lanzamiento del producto. La fluidez del desarrollo de las actividades de esta fase reflejará de alguna manera las bondades del diseño trabajadas previamente. Especificar medios, tiempos y responsables. Evaluar la pre-serie para solucionar defectos.

En esta etapa participa el personal de manufactura, ingeniería de producto, control de calidad, marketing, ventas, servicio al cliente. El equipo de diseño pierde el protagonismo del que gozaba anteriormente.

Esta etapa tiene como objetivos:

- Organizar, montar y documentar cuáles son las necesidades técnicas específicas para una correcta producción y distribución del producto y definir cómo y con qué medios se lo fabricará.
- Se requiere poder describir la sucesión de actividades necesarias adecuando y optimizando los medios productivos, definiendo los tiempos de cada uno de los procesos y los responsables involucrados en la producción del producto.

Las acciones a realizar en esta etapa son:

- Verificación del embalaje del producto.
- Verificación de la logística y distribución del producto.
- Capacitar a los responsables de la producción.
- Resolver los problemas presentes en el proceso de producción.
- Verificar los objetivos de calidad del producto.
- Validación de la primera serie.
- Definir actuaciones de control.

Las herramientas que se usan en esta etapa son:

³⁶ La Gestión del Ciclo de Vida de Productos, en inglés *Product Lifecycle Management* (PLM), es el proceso que administra el ciclo de vida completo de un producto desde su concepción, pasando por su diseño y fabricación, hasta su servicio y eliminación.



- Diagramas de proceso.
- Análisis de tiempos.
- Análisis de modo de fallos y efectos.
- Diagnóstico de envases y embalajes.
- Software para administración de proyectos. Análisis económico financieros, y de rentabilidad.

Los resultados que espera esta etapa son:

- Pre-serie de fabricación.
- Puesta en marcha de maquinaria y herramental.
- Validación del montaje/ensamble de los componentes.
- Validación del proceso de fabricación. Comprobación de la capacidad de fabricación.
- Asegurar la trazabilidad del producto.
- Evaluar los resultados de la primera producción.
- Poner la primera producción a disposición de clientes clave.

5.2.6 Evaluación

Esta etapa consiste en la verificación y revisión del diseño de producto. Durante todo el diseño de detalle del producto se debe verificar que éste cumpla efectivamente con las características conceptuales del producto. Verificar entre otros aspectos, la seguridad, la calidad, confiabilidad y mantenimiento.

Esta etapa sirve para comprobar el cumplimiento de las especificaciones establecidas en las fases anteriores facilitando su paso a producción. En esta fase también se verifican tanto características técnicas como compatibilidades dimensionales, de ensamblado y montaje con miras a su producción. Se trata de un proceso iterativo en el que la solución técnica se convertirá progresivamente en una solución factible de ser producida. Validar la propuesta en condiciones de uso realistas, ajustar una solución factible y seleccionar proveedores.

En esta fase el equipo de diseño comienza a disminuir su protagonismo frente a otras áreas de la organización. Intervienen las áreas de manufactura, ingeniería, logística marketing y/o comercialización.

Esta fase tiene como objetivos:

- Corroborar si las estrategias y definiciones planteadas en forma inicial han sido trasladadas en forma correcta al producto.
- Es fundamental que estas verificaciones sean realizadas en forma previa a la fase de producción para poder, en caso de ser necesario, rediseñar, asegurando así el cumplimiento de los objetivos establecidos.
- Facilitar el paso de la fase de diseño a la fase industrial y de producción. Convertir progresivamente la solución técnica en una solución factible.

Las acciones a realizar en esta etapa son:

- Realización de pruebas con usuarios y pruebas en laboratorio, con el fin de comprobar el cumplimiento de las especificaciones establecidas en la fase anterior.
- Realizar ensayos para validar las decisiones y definiciones tomadas en relación al producto y a los usuarios.
- Realizar ensayos para facilitar el nexo entre la fase de diseño y la fase de producción.
- Sofisticar las especificaciones a proveedores.

Las herramientas usadas en esta etapa son:

- Prototipos funcionales
- Pruebas con clientes seleccionados.
- Grupo focal.
- Ensayos de usabilidad y según normativas medioambientales.
- Análisis de producto, contraponiéndolo al listado de requisitos.

Esta etapa espera como resultados:



- Verificación del diseño en condiciones de uso lo más realista posible.
- Propuesta ajustada, con planos de fabricación.

5.3 Innovación, creatividad y sustentabilidad en el diseño

La innovación de productos es esencial para el crecimiento económico del país y para la posición competitiva de la industria. Las empresas operan en un mundo muy cambiante en el cual las necesidades y deseos de los clientes no son fijos y donde enfrentan cada vez más competencia por los mercados abiertos y la globalización. Las empresas que integran la innovación eficazmente en el proceso del desarrollo del producto pueden obtener ventajas competitivas significativas.

La innovación es un concepto amplio que se usa en muchos contextos diferentes. Consecuentemente, hay muchas definiciones de la innovación. Una definición útil es: la aplicación comercial o industrial de algo nuevo, un producto, proceso o método de producción nuevo; un nuevo mercado o fuente de suministro; una nueva forma de organización comercial, comercial o financiera.

La mayoría de las definiciones de innovación enfatizan 'novedad' y 'éxito'. Se diferencia entre innovación de producto con respecto a los procesos y a veces entre innovación de mercado, comercio y administración. Por ejemplo:

- La innovación de productos se refiere a la introducción de productos nuevos con características y/o aplicaciones de uso que se distinguen de las de productos existentes en el mercado.
- La innovación de procesos se refiere a la introducción de un nuevo método de producción que no ha sido utilizado antes y/o una nueva forma de manejar un artículo comercialmente para lograr que la producción sea más eficiente o para poder producir productos nuevos o mejorados.
- La innovación del mercado involucra entrar a mercados nuevos, nuevas formas de servir a los clientes y/o expansión del mercado.
- La innovación comercial y administrativa involucra el desarrollo de nuevos sistemas de recompensa, estructuras organizacionales, maneras de manejar responsabilidades y recursos humanos, etc. que afectan las ventas de productos favorablemente.

El rol del diseñador en desarrollar una sociedad sustentable no es simplemente crear productos sustentables sino más bien imaginar productos, procesos y servicios que alienten la amplia difusión del comportamiento sustentable

Inevitablemente, cuando se planifica la producción, por pequeña que sea, aparecen los proveedores de materias primas, de herramientas y maquinaria, de empaque, las fuentes de energía, el transporte, el momento del uso o consumo y el fin de vida, variables que son comunes al método del diseño de innovación y el sustentable.

El análisis de ciclo de vida revela los costos ambientales de cualquier producción, cadenas globales de valor deja a la vista las condiciones sociales de producción y quienes serán los beneficiarios de una cadena productiva. El pensamiento de ciclo de vida refiere al estímulo para ir más allá del enfoque tradicional respecto de los procesos productivos, para incluir los impactos económicos, ambientales y sociales de un producto desde su concepción hasta su reciclaje, esto es, desde la extracción u obtención de las materias primas hasta su disposición final, lo que facilita el estudio de los impactos a lo largo de toda la cadena de valor.

El objetivo del análisis del ciclo de vida o más comúnmente llamado *Life Cycle Assessment (LCA)* es comparar los daños ambientales globales de productos y servicios para poder determinar aquellos que son menos perjudiciales. El término ciclo de vida está relacionado con el hecho de que un análisis correcto y holístico requiere analizar las materias primas necesarias para la producción, la fabricación, la distribución, el uso y el tratamiento final, incluidas las operaciones de transporte, necesarias o asociadas a la existencia del producto.

La suma de todos los pasos es lo que se conoce como ciclo de vida del producto. Los gases de efecto invernadero, la acidificación, el agotamiento de la capa de ozono, la eutrofización, los contaminantes eco-toxicológicos y toxicológicos en humanos, la desertificación, el uso de la tierra, así como el agotamiento de los minerales y los combustibles fósiles, son categorías comunes de los daños evaluados.

La norma ISO desarrolla la serie de normas ISO 14040 a 43, y aporta la siguiente definición: El análisis de ciclo de vida (ACV) es una técnica para evaluar los aspectos y potenciales impactos ambientales asociados a un producto mediante:



- Compilación de un Inventario de las entradas y salidas relevantes de un sistema de producto.
- Evaluación de los impactos potenciales asociados a esas entradas y salidas.
- Interpretación de los resultados del análisis de inventario y de impacto en relación con los objetivos del estudio.

El involucramiento de una estrategia ambientalmente consciente desde el inicio del proceso de diseño ayudará a prevenir o limitar los problemas, en lugar de perder tiempo en remediar el daño ya producido. De esta manera es más fácil combinar ventajas tanto ambientales como económicas.

Todo producto tiene repercusiones en el ambiente. El diseño para el ambiente representa para las empresas un método práctico de reducir tales secuelas en un esfuerzo por crear una sociedad más sustentable. Igual que el diseño para manufactura eficaz conserva o mejora la calidad del producto al tiempo que reduce costos quienes aplican el diseño para el ambiente también han descubierto que una práctica eficaz conserva o mejora la calidad y el costo del producto al tiempo que reduce sus efectos en el ambiente.

Entre las secuelas ambientales de un producto pueden encontrarse: consumo de energía, agotamiento de recursos naturales, descargas líquidas, emisiones de gases y generación de desechos sólidos. Estas derivaciones se clasifican en dos categorías amplias: energía y materiales, y ambas representan problemas ambientales neurálgicos que requieren solución. En la mayoría de los productos, abordar el problema de la energía significa elaborar productos que consuman menos energía y que usen energía renovable. Resolver el problema de los materiales no es sencillo. Por lo tanto, gran parte de diseño para el ambiente se dedica a elegir los materiales correctos para los productos y asegurarse de que sean reciclables.

Durante las primeras etapas del proceso de desarrollo del producto, las decisiones deliberadas sobre el uso de materiales, eficiencia de energía y elusión de los desechos reducen o eliminan los efectos ambientales. Sin embargo, una vez establecido el concepto del diseño, mejorar el desempeño ambiental suele implicar iteraciones de diseño que consumen tiempo. De este modo, el diseño para el ambiente puede entorpecer actividades a lo largo del proceso de desarrollo del producto y requiere un enfoque interdisciplinario. El diseño industrial, ingeniería, adquisiciones y mercadotecnia trabajan en conjunto en el desarrollo de productos adecuados al ambiente. En muchos casos, los profesionales de desarrollo de productos con una capacitación especializada dirigen las acciones de un proyecto. No obstante, los miembros de un equipo de desarrollo de productos se benefician al entender los principios del diseño para el ambiente. (Cruel & Diehl, 2007)

La ecoinnovación es un proceso de innovación por el que se desarrollan y se lanzan al mercado nuevos productos, servicios y tecnologías que reducen el impacto global sobre el medio ambiente. Mediante la ecoinnovación se busca la optimización de todas las fases de producción a través de la modificación de patrones de producción y consumo, procurando hacer un uso eficiente de los recursos naturales mediante el análisis de su ciclo de vida, así como de la aplicación de nuevos métodos de gestión en los negocios que eviten o minimicen el daño ambiental.

La ecoinnovación se puede aplicar por tanto en tres vertientes: el diseño/rediseño de nuevos productos y servicios (eco-diseño), la optimización de los procesos productivos y la mejora de los procedimientos de gestión empresarial.

Además de los beneficios que reporta al medio ambiente, la ecoinnovación puede ayudar a aumentar la capacidad competitiva de una empresa a través de múltiples vías:

- Mejora de la operatividad y reducción de los costos mediante una utilización optimizada de recursos.
- Reducción de los costos de control de la contaminación y de gestión de residuos.
- Menor riesgo de incumplimiento de regulaciones medioambientales.
- Creación de nuevos mercados o nuevos segmentos de mercado.
- Mejora de la imagen y de la relación con los clientes, los proveedores, las autoridades y los empleados. (Vezzoli, 2010)

La huella de carbono es una medida de la cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero, medidos como emisiones de dióxido de carbono equivalentes, asociados a una organización, actividad o a un determinado producto o servicio. Este parámetro puede entenderse como una versión simplificada del análisis del ciclo de vida en el que únicamente se considera el impacto ambiental relativo al calentamiento global que producen los gases de efecto invernadero. En este sentido, una menor huella de carbono no siempre es sinónimo de buen comportamiento ambiental global, dado que el cálculo no tiene en consideración todos los impactos ambientales implicados.



Sin embargo, la creciente importancia que está cobrando actualmente la problemática derivada de las emisiones de gases de efecto invernadero está llevando al desarrollo de estrategias y, en ocasiones, legislaciones específicas en materia de reducción de estos gases, como el Protocolo de Kyoto³⁷. A modo de ejemplo, mencionar la norma internacional ISO 14067 “Carbon footprint of products - Requirements and guidelines for quantification and communication”.

Al igual que ocurre en el caso del análisis del ciclo de vida, existen diversas herramientas informáticas que pueden servir de apoyo para el cálculo de la Huella de Carbono de organizaciones, proyectos, actividades o productos. Estas herramientas pueden ser genéricas, aplicables a cualquier sector de actividad, o bien específicas para determinados sectores, como el eléctrico-electrónico, edificación y materiales de construcción, etc. (Brezet, 1997)

5.4 Ética, persona y sociedad

La ética³⁸ es la rama de la filosofía que estudia lo correcto o equivocado del comportamiento humano, la moral, la virtud, el deber, la felicidad y el buen vivir. Además, tiene como centro de atención las acciones humanas y aquellos aspectos de las mismas que se relacionan con el bien, la virtud, el deber, la felicidad y la vida realizada. El estudio de la ética se remonta a los orígenes mismos de la filosofía en la antigua Grecia, y su desarrollo histórico ha sido amplio y variado.

Ética es una forma de juzgarnos a partir de nuestras acciones, para el ser humano es imposible vivir aislado, desde siempre se ha buscado formar parte de un grupo, y la base del comportamiento será la que le parezca más confiable a todos, significa que nuestras acciones pueden ser juzgadas como actos buenos o malos, pero no es tan simple hacerlo, primero se debe tener en cuenta quien es el que ejecutó la acción, ¿Quién soy?, es una pregunta que el ser humano desde sus comienzos ha tenido en la mente y ha llegado a una conclusión lo que somos está fijado por lo que hemos hecho, nuestras acciones nos marcan, pero la ética se atiene a lo que somos y nuestras condiciones, esto es lo que permite la realización por medio de la acción. Como seres humanos somos entes incompletos que día a día nos moldeamos por lo que hacemos y así somos formados por la ética, con esto podemos señalar que es imposible vivir sin ética, durante la vida misma se presentan problemas de moral y requieren de moral para resolverlos por ende es imposible vivir sin este sentido.

La ética estudia qué es un acto moral, cómo se justifica racionalmente un sistema moral, y cómo se ha de aplicar posteriormente a nivel individual y a nivel social. En la vida cotidiana constituye una reflexión sobre el hecho moral, es decir busca las razones que justifican la adopción de un sistema moral u otro.

Los humanos nos podemos hacer llamar por personas, es decir, que nosotros somos actores en lo que podríamos llamar vida y cada uno de nosotros es capaz de desarrollar su papel individualmente. Persona viene del verbo personare, “per” que es algo que se cumple por completo y “sonare” ya que gracias a las máscaras de los actores es que sus mensajes resuenan en los demás. La dignidad es lo que logramos al hacernos diariamente, una justificación del especial trato de las personas por su cualidad especialísima. La dignidad como personas nos convierte en seres únicos e irrepetibles y así todos tenemos personalidades que se forma de diferente manera, eso es lo que significa la dignidad que el ser humano como persona no puede volverse una cosa, no es una herramienta para llegar a un fin, sino otra persona con la que se puede hablar, pensar, estar, etc. El termino persona en sí nos agrupa nos da la oportunidad de tener empatía y lograr tener diferentes puntos de vista para poder entendernos mutuamente.

La formación de una persona se basa en su *ethos*³⁹ que no es nada más que el carácter de la misma, el que ha ido formando como persona por las acciones que realiza y que ahora no solo lo convierte en persona sino que también le da la oportunidad de realizar juicios sobre sus acciones para así convertirlas en hábitos o vicios. La forja del carácter es el destino del ser humano. La ética es la reflexión sobre nuestras acciones morales y la moral son nuestras acciones

³⁷ Es un protocolo de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), y un acuerdo internacional que tiene por objetivo reducir las emisiones de seis gases de efecto invernadero que causan el calentamiento global: dióxido de carbono (CO₂), gas metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O), y los otros tres son gases industriales fluorados: hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF₆).

³⁸ La palabra ética proviene del latín *ethicus*, y del griego antiguo *ἠθικός* transliterado como *ēthikós*. Según algunos autores, es correcto diferenciar *ēthos*, que significa carácter, de *ethos*, que significa costumbre.

³⁹ *Ethos* es una palabra griega que significa "costumbre y conducta", y, a partir de ahí, "conducta, carácter, personalidad".



cotidianas, con esto podemos ver que la ética y la moral aunque no son lo mismo si están entrelazadas simplemente se manejan a diferentes niveles.

Una doctrina ética elabora y verifica afirmaciones o juicios determinados. Una sentencia ética, juicio moral o declaración normativa es una afirmación que contendrá términos tales como «bueno», «malo», «correcto», «incorrecto», «obligatorio», «permitido», etc., referidos a una acción, a una decisión o incluso contendrá a las intenciones de quien actúa o decide algo. Cuando se emplean sentencias éticas se está valorando moralmente a personas, situaciones, o acciones. Se establecen juicios morales cuando, por ejemplo, se dice: «ese hombre es malo», «no se debe matar», etc. En estas declaraciones aparecen los términos «malo», «no se debe», etc., que implican valoraciones de tipo moral.

La ética no puede estar separada de la vida humana, de la vida concreta: necesitamos pensar y/o reflexionar sobre nuestras acciones y sobre sus repercusiones. Actualmente nos encontramos en una sociedad que cada vez tiene más poder sobre la vida de los otros; una decisión individual puede abarcar las vidas de muchos seres humanos, muchos más que en el pasado.

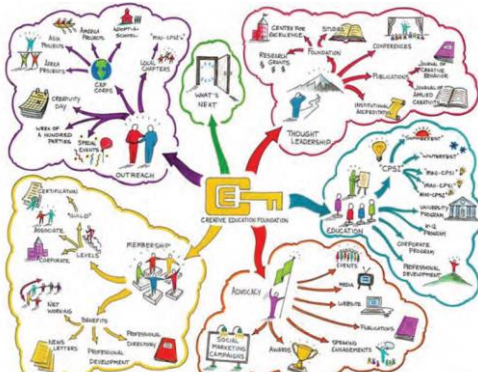
La felicidad es un concepto muy relativo y subjetivo, se puede dar a entender como un estado de ánimo que produce cierta satisfacción al ser humano, por lo cual muchas personas pueden confundir la satisfacción con la felicidad, pero una persona puede estar satisfecho de haber completado algún objetivo y al mismo tiempo estar infeliz ya que el objetivo no le produce la felicidad, entonces solo se sentirá satisfecho de haber completado su objetivo. La felicidad que brinda un buen diseño también es relativa, el consumo de productos nos produce esa sensación de felicidad, por lo que diseñadores buscan complacer los gustos de determinado sector de la sociedad con la experiencia de uso en objetos.

Se dice que la biología del hombre es tecnológica por el modo en que trabajan todas las partes de su cuerpo, más que tecnológico se podría decir que es como especie programable, ya que está en su naturaleza el siempre aspirar a más, esto se observa claramente en la forma en la cual nunca está satisfecho cuando se habla acerca de gustos, ya que cuando consume un producto ya está pensando en adquirir otro que sea más grande y mejor que lo que acaba de comprar. Esto no es un aspecto negativo sin embargo se debe saber controlar y los diseñadores buscar complacerlos. (García & Traslosheros, 2007).



Actividades del Módulo 5:

1. Realizar un estudio de factibilidad, utilizar un mapa mental que desglose un problema a evaluar y clasificar las ideas por importancia.



		feasibility	
		easy	difficult
innovative	not really		
	very		

2. Realizar una matriz morfológica para encontrar una solución diseño de concepto de un producto.

'human power'																																																		
sturing																																																		
overbrenging																																																		
verrassing																																																		
leereffect																																																		
versnelling																																																		
'human power' 2																																																		
sturing 2																																																		

3. A manera de conclusión, discutir la participación del diseñador industrial actual frente a las necesidades del consumidor actual.



Bibliografía

- Löblich, B. (1981). *Diseño industrial. Bases para la configuración de los productos industriales*. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, S.A.
- Capuz, S. (2002). *Ecodiseño: ingeniería del ciclo de vida para el desarrollo de productos sostenibles*. Valencia: Universitat Politècnica de València.
- Castells, M. (1999). *La era de la información*. Madrid: Alianza Editorial.
- Cecil, J., Jay, D., & Dennos, R. (2004). *Dibujo y Diseño en Ingeniería*. México D.F.: McGraw-Hill.
- Chevalier, A. (2008). *Dibujo Industrial*. México D.F.: Limusa.
- Cohen, M. (10 de 12 de 2017). *Making sense of the Maker movement*. Obtenido de SSPP Blog. ProQuest: <http://ssppjournal.blogspot.mx/2014/11/making-sense-of-maker-movement.html>
- Crul, M., & Diehl, J. (2007). *Diseño para la sostenibilidad. Un enfoque práctico para economías en desarrollo*. Portugal: SUS Design.
- Alcaide, J. (2004). *Diseño de productos, Métodos y técnicas*. Valencia: Alfaomega.
- Askeland, D. (1998). *Ciencia e Ingeniería de los Materiales*. Massachusetts, EUA: International Thomson Editores.
- Biguri, I. (01 de Diciembre de 2016). *Dibujo Técnico. Interpretación gráfica para la Formación Profesional*. Obtenido de <https://ibiguridt.wordpress.com/>
- Brezet, H. (1997). *Ecodesign. A promising approach to Sustainable Production and Consumption*. Paris: UNEP.
- Earls, A. y. (2014). *The future of 3-D printing: Moving beyond prototyping to finished products*. Londres: PricewaterhouseCoopers LLP.
- García, D., & Traslosheros, J. (2007). *Ética, persona y sociedad: una ética para la vida*. México D.F.: Porrúa: Tecnológico de Monterrey.
- ISO, I. O. (01 de 12 de 2017). *ISO 128-1:2003*. Obtenido de Technical drawings -- General principles of presentation -- Part 1: Introduction and index: <https://www.iso.org/standard/32462.html>
- ISO, I. O. (01 de 12 de 2017). *ISO 216:2007*. Obtenido de Writing paper and certain classes of printed matter -- Trimmed sizes -- A and B series, and indication of machine direction: <https://www.iso.org/standard/36631.html>
- ISO, I. O. (01 de Diciembre de 2017). *ISO 9241-210:2010*. Obtenido de Ergonomics of human-system interaction -Part 210: Human-centred design for interactive systems: <https://www.iso.org/standard/52075.html>
- Kumar, V. (2013). *101 design methods: A structured approach for driving innovation in your organization*. Hoboken, NJ: Wiley.
- Marín, E. L. (2009). *La profesión del Diseño. Manual de Buenas Prácticas del Diseño*. Córdoba, España: Surgenia. Centro Tecnológico Andaluz de Diseño.
- Meyers, F., & Stephens, M. (2006). *Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales*. México: Pearson Educación.
- Microsoft. (01 de 12 de 2017). *Future Social Experiences (FUSE) Labs*. Obtenido de Microsoft Research: <https://www.microsoft.com/en-us/research/group/future-social-experiences-fuse-labs/>
- Morales, G. R. (1983). *Manual de Diseño Industrial*. Barcelona: Ediciones G. Gili, S.A. de C.V.
- Niebel, B., & Freivalds, A. (2009). *Ingeniería industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo*. México DF: McGraw Hill Interamericana.
- Norman, D. (1986). *User Centered System Design; New Perspectives on Human-Computer Interaction*. Hillsdale, NJ, USA: L. Erlbaum Associates Inc.
- Norman, G. (1999). *Administración de producción y operaciones*. Texas: A&M University.
- Ohno, T. (1991). *El Sistema de Producción Toyota: Mas alla de la producción a gran escala*. Tokyo: Taylor & Francis.
- Ries, A., & Trout, J. (1993). *Las 22 leyes inmutables del marketing*. Edo. de México: McGraw Hill Interamericana de México.
- Rodríguez, E. B. (2010). *Etnografía Aplicada al Diseño Industrial*. Ciudad de México: División CYAD. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco.
- Schiffman, L., & Kanuk, L. L. (2010). *Coportamiento del consumidor*. Edo. de México: Pearson Educación de México.
- Sanders, M., & McCormick, E. (1993). *Human Factors in Engineering & Design*. Nueva York: McGraw-Hill.
- Shedroff, N. (2001). *Experience Design 1*. CA, USA: New Riders Publishing Thousand Oaks.
- TCI, O. (01 de Diciembre de 2017). *Diferencias entre diseño gráfico y diseño industrial | TCI Online*. Obtenido de <http://www.tci-online.net/diferencias-entre-diseno-grafico-y-diseno-industrial/>
- Taguchi, G. (1990). *Introduction to Quality Engineering*. Tokyo: Asian Productivity Organization.
- Torres, D., & Socorro, A. (1978). *Dibujo Básico*. La Habana: Pueblo y Educación.
- Ulrich, K. T., & Eppinger, S. D. (2004). *Diseño y desarrollo de productos*. México DF: McGraw-Hill Interamericana.
- UNAM. (01 de Diciembre de 2017). *Oferta Académica UNAM | Diseño Industrial*. Obtenido de <http://oferta.unam.mx/carreras/14/diseno-industrial>
- Vaughan, W. (2012). *Modelado Digital. Espacio de Diseño*. Madrid: Anaya.
- Vezzoli, C. (2010). *Design for Environmental Sustainability*. Londres: Springer - Verlag.
- Walter-Herrmann, J. y. (2013). *Fablab. Of machines, makers and inventors*. Bielefeld: Transcript Verlag.
- Wong, W. (1981). *Fundamentos del diseño bi- y tri-dimensional*. Barcelona: Gustavo Gili.



ProUniversitarios®

