
**Selección de materiales para el Diseño
Industrial en Cuba**

Selection of materials for industrial design in Cuba

DRC. EDUARDO DORTA BAÑOS

Selección de materiales para el Diseño Industrial en Cuba

Selection of materials for industrial design in Cuba

RESUMEN

El presente artículo tiene como objetivo divulgar la investigación en marcha sobre la metodología para definir las propiedades a tener en cuenta durante la selección de los materiales para el Diseño Industrial. Hemos obtenido resultados preliminares sobre las propiedades a tener en cuenta durante la selección de los materiales. Se estableció que la selección del material óptimo se realizará sobre la base de criterios tecnológicos (resistencia mecánica, equipamiento y posibilidad de procesamiento, resistencia a la corrosión y envejecimiento, durabilidad, conductividad térmica y eléctrica, ductibilidad, maleabilidad, tenacidad, acabado, durabilidad, existencia, preparación personal para el procesamiento y otras), económicos (costo por unidad de peso o volumen, costo de la materia prima, costo del procesamiento y de la transportación), socioecológicos (seguridad, reciclabilidad, biodegradabilidad, renovabilidad), así como que las prioridades de los criterios de selección se establecerán a partir de pautas propias de la tipología del producto, comerciales, técnicas y las intrínsecas del Diseño.

DRC. EDUARDO DORTA BAÑOS

ABSTRACT

The objective of this article is to disseminate ongoing research on the methodology to define the properties to be taken into account during the selection of materials for Industrial Design. We have obtained preliminary results on the properties to be taken into account during the selection of materials. It was established that the selection of the optimum material will be made on the basis of Technological criteria (mechanical strength, equipment and possibility of processing, resistance to corrosion and aging, durability, thermal and electrical conductivity, ductility, malleability, toughness, finish, durability, existence, personal preparation for processing and others), Economic (cost per unit of weight or volume, cost of raw material, cost of processing and transportation), Socioecological (safety, recyclability, biodegradability, renewability), as well as The priorities of the selection criteria will be established based on guidelines specific to the product, commercial, technical and intrinsic design typologies.

Palabras Claves

Selección de materiales, material óptimo, criterios tecnológicos, criterios económicos, criterios socioecológicos, propiedades mecánicas, propiedades ecológicas y propiedades de manufactura.

Keywords

Selection of materials, optimal material, technological criteria, economic criteria, socioecological criteria, mechanical properties, ecological properties and manufacturing properties.

INTRODUCCIÓN

“EL DISEÑO DEL PRODUCTO ES UNA ACTIVIDAD IMPORTANTÍSIMA, ya que se estima que el 70-80 % del costo de desarrollo y manufactura de un producto está determinado por las decisiones tomadas en las etapas iniciales del diseño”. (S. Kalpakjian y S. R. Schmid, 2010)

El carácter técnico del Diseño Industrial se basa no solo en la idea conceptual del objeto, sino también en la definición de su componente material, en el que es primordial la selección del material adecuado sobre bases fundamentadas (paso 2 del ciclo de los productos). (Fig. 1).

Recordemos el concepto de material: “Materia preparada y disponible para elaborar directamente cualquier producto”. (Dorta, 2015)

Por la experiencia docente acumulada en el ISDi durante los últimos seis años y las relaciones de trabajo establecidas con diseñadores industriales, se ha podido apreciar la falta de consenso en los criterios para la selección de materiales a emplear en el diseño industrial.

Se parte en algunos casos de criterios económicos, en otros estéticos, en algunos de resistencia y muchos otros.

No es habitual dentro de nuestros diseñadores industriales (en lo adelante diseñadores) que a la hora de diseñar un objeto se hagan las siguientes preguntas:

- ¿Qué materiales cumplen las funciones específicas?
- ¿Cuál de ellos es el óptimo?

Como es lógico, para formularse esas dos preguntas, imprescindibles en el diseño de un objeto, es necesario dominar las propiedades de los materiales y estar claro del contexto en que se desarrolla el proceso de diseño.

Existen metodologías para realizar esta selección de forma automatizada, solo que son necesarias acon-

Figura 1. Ciclo de vida de los productos.



dicionarlas a las condiciones específicas de nuestro país, e incluso a las condiciones específicas de cada región en que se realiza el proceso de diseño. No hemos encontrado evidencias de investigaciones realizadas al respecto.

La selección incorrecta de los materiales a emplear en el Diseño Industrial puede provocar daños económicos, tecnológicos y ambientales irreversibles.

El Diseño Industrial cubano cobrará prestigio en la medida que la comunidad técnica del país pueda apreciar la solidez en la adecuada selección de materiales a emplear por nuestros diseñadores, sobre bases económicas, tecnológicas y ambientales, que demuestren su formación técnica.

El Diseño Industrial cubano no cuenta en la actualidad con una herramienta que permita la selección adecuada de los materiales a emplear.

DESARROLLO

Los materiales se obtienen de las transformaciones físicas y químicas a las que se someten las materias primas obtenidas de la naturaleza. Por ejemplo, una plancha de madera se obtiene del tronco del árbol, el vidrio se obtiene de arena, el hierro se obtiene de rocas minerales. (Dorta, 2015)

Los materiales pueden ser:

- Naturales.
- Artificiales.
- Sintéticos.

Existe una creciente variedad de materiales, cada uno con sus características, aplicaciones, ventajas, limitaciones y costos. Se estima que entre 50 000 y 10 000 tipos de materiales están disponibles en el mundo para el Diseño Industrial, dentro de ellos más de 2000 tipos de aceros. (Dorta, 2015)

LOS TIPOS DE MATERIALES MÁS EMPLEADOS EN LA CONFECCIÓN DE OBJETOS SON:

- Metales ferrosos: Aceros al carbono, aleados, inoxidable, para herramientas y matrices, de construcción, inoxidable empleados en el diseño de interiores, hierros fundidos.
- Metales no ferrosos: Aluminio y sus aleaciones, cobre y sus aleaciones, níquel y sus aleaciones, titanio y sus aleaciones, tungsteno, magnesio y sus aleaciones, intermetálicos, superaleaciones, zirconio, aleaciones de bajo punto de fusión, aleaciones ultraligeras de aluminio y magnesio, metales preciosos y otras posibles variantes.
- Materiales poliméricos: termoplásticos, termoestables y elastómeros (policarbonatos, poliuretano, poliestireno, SAN, ABS, hules sintéticos, fibras de alto módulo, resinas epóxicas, materia-

les compuestos, membranas, fibras de carbono, ETFE, bioplásticos y otros).

- Cerámicos puros, vidrios: cerámicos vidriados; cerámicos con dióxido de circonio, con nitruro de silicio, en base a alúmina y con gradiente de composición; gres porcelánico; grafito; diamante; fibra de vidrio; vidrio óptico y materiales similares.
- Maderas y fibras: Madera estructural; pavimentos; revestimientos y madera laminada; tableros aglomerados; DM.
- Materiales de construcción: Hormigón, piedra ornamental, granito, mármol.
- Materiales para aislamientos acústicos y térmicos.
- Materiales compósitos: Plásticos reforzados, compósitos de matriz metálica y cerámica y otras posibles variantes.
- Nanomateriales, aleaciones con memoria de forma, aleaciones amorfas, semiconductores, superconductores y otros materiales avanzados con propiedades únicas.

Las principales propiedades de los materiales a tener en cuenta por el diseñador fueron determinadas preliminarmente como resultado de entrevistas.

Al seleccionar materiales para un producto, deben considerarse sus propiedades mecánicas de acuerdo a las características que debe tener el objeto:

RESISTENCIA MECÁNICA (A TRACCIÓN-COMPRESIÓN, A FLEXIÓN TRANSVERSAL Y/O LONGITUDINAL, A TORSIÓN Y A ESFUERZOS COMBINADOS).

- Tenacidad.
- Ductibilidad.
- Maleabilidad.
- Dureza.
- Elasticidad.
- Resistencia a la fatiga.
- Termofluencia.

Las propiedades mecánicas específicas para un producto deben responder a las condiciones de explotación de este.

DEBEN CONSIDERARSE LAS PROPIEDADES FÍSICAS QUE CORRESPONDAN:

- Densidad.
- Calor específico.
- Dilatación.
- Conductividad térmica.
- Punto de fusión.
- Propiedades eléctricas.
- Propiedades magnéticas.
- Transparencia.
- Luminosidad.

LAS PROPIEDADES QUÍMICAS TAMBIÉN DESEMPEÑAN UN PAPEL IMPORTANTE, TANTO EN CONDICIONES HOSTILES, COMO EN LAS NORMALES:

- Corrosión.
- Degradación general de las propiedades.
- Inflamabilidad.
- Facilidad de reacción con otros materiales.

LAS PROPIEDADES ECOLÓGICAS CADA DÍA SON MÁS IMPORTANTES:

- Toxicidad.
- Reciclabilidad.
- Biodegradabilidad.
- Renovabilidad.

LAS PROPIEDADES DE MANUFACTURA DE LOS MATERIALES DETERMINAN:

- Fundibilidad.
- Conformabilidad.
- Maquinabilidad.
- Tratabilidad térmica.
- Soldabilidad.
- Existencia de equipamiento para estas operaciones.
- Preparación del personal para estas operaciones.

LOS CRITERIOS ECONÓMICOS A TENER EN CUENTA SE RESUMEN EN:

- El gasto energético.
- Disponibilidad de las materias primas en el territorio.
- Costo del material por unidad de peso o volumen (el precio del material no debe exceder el 50% del precio del producto) (S. Kalpakjian y S. R. Schmid, 2010).
- Costo del procesamiento.
- Costo de acabado.
- Costo del embalaje.
- Costo de la transportación.

DURANTE EL PROCESO DE MANUFACTURA HAY QUE TENER EN CUENTA LA APARIENCIA DE LOS PRODUCTOS, LA CUAL INFLUYE EN SU ATRACTIVO PARA EL CONSUMIDOR:

- El color.
- El brillo.
- La sensación.
- La textura superficial.

De todas estas propiedades, hay unas determinantes y otras menos determinantes. Un análisis profundo del material a emplear nos lleva a la conclusión, por ejemplo, de que la propiedad que determina el diseño de una malla de salto es la elasticidad, de una olla arrocera es la conductividad térmica, de los faros de un carro es la transparencia, de la defensa de un carro la resistencia mecánica, de una lámpara es la luminosidad.

La innovación en diseño a menudo significa el uso inteligente de un nuevo material para una aplica-

ción determinada. Los clips de plástico y los álabes cerámicos de las turbinas representan intentos de mejorar con polímeros y con cerámicos lo que previamente se hacía con metales (A. Rossa, 2014).

El diseñador debe comprender las propiedades de los materiales y sus limitaciones.

En cualquier diseño real se necesita conocer los valores exactos de las propiedades de los materiales, que se obtienen a partir de las especificaciones de los suministradores o en las bases de datos existentes en Internet.

Afortunadamente vivimos en un mundo que no para de avanzar en ámbitos tecnológicos y cada vez son más las herramientas de las que dispone el diseñador para realizar la selección de los materiales adecuados.

La rotura de los materiales es casi siempre un hecho no deseado por varias razones; entre estas cabe resaltar las posibles pérdidas de vidas humanas y de materiales, con su incidencia en el suministro de productos y servicios.

Aun cuando las causas de la rotura y el comportamiento de los materiales sean conocidos, la prevención de las roturas es muy difícil de garantizar. Las causas usuales son la selección y la conformación inadecuados de los materiales, el diseño inadecuado del componente, o bien su mala utilización en servicio.

Es responsabilidad del diseñador desarrollar planes de contingencia para el caso de una posible rotura y, si esta ocurre, estudiar de inmediato su causa y tomar las medidas preventivas apropiadas contra futuros incidentes.

La gran mayoría de los avances tecnológicos logrados en la sociedad moderna, se han apoyado en el descubrimiento y desarrollo de materiales, así como nuevos procesos de fabricación.

Existen diversos métodos a la hora de realizar la selección de un material o proceso. Desde el punto de vista práctico, la posibilidad de usar varios métodos y poderlos confrontar, garantiza una mayor eficiencia en la selección correcta del material.

LA MAYORÍA DE LOS MÉTODOS PARTEN DE LA DISPONIBILIDAD DE UNA AMPLIA GAMA DE MATERIALES, LOS CUALES SE DEBEN ANALIZAR, YA SEA CON AYUDA DE:

- Recomendaciones (método tradicional).
- Mapas de materiales (método gráfico).
- Información escrita que se encuentra en fuentes bibliográficas en forma de software, en bases de datos virtuales.

De estas formas, se llega a la selección de un único tipo de material, el cual debe resultar el más apropiado para el fin pretendido.

Debido al alto número de factores que afectan a la selección de materiales, el diseñador debe determinar cuáles son las propiedades más relevantes para la aplicación que se requiere y en base a ellas, hace la selección. A continuación se hace una breve descripción del método tradicional y el gráfico, como los más usados en la selección de materiales.

En el método tradicional se admite que antes ya funcionó algo con éxito y que elementos similares pueden construirse con los mismos materiales y los mismos métodos. Este enfoque es útil, pero leves variaciones en las condiciones de servicio pueden perfectamente requerir unos materiales o unas operaciones distintos. Además, excluye el uso de nuevas técnicas, nuevos materiales y otros adelantos industriales que hubieran aparecido desde la formulación de la solución anterior. Igualmente imprudente sería ignorar por completo lo valioso de las experiencias pasadas.

Otra variante sería la de perfeccionar un producto ya existente, ir a la búsqueda de reducir costos y/o mejorar la calidad de los productos. Generalmente, en ese último caso, los esfuerzos comienzan por evaluar el producto y su método de fabricación. Sin embargo, una trampa muy corriente es que se pierda de vista alguna de las condiciones del proyecto original.

El enfoque más prudente e inteligente es considerar que se trata de desarrollar un producto enteramente

nuevo, aunque sin ignorar las experiencias anteriores. Sin prejuicios relativos a materiales ni métodos de fabricación, el diseñador debe formarse una imagen clara de las características que necesariamente debe cumplir el elemento para que se ajuste aceptablemente a su misión.

Con este método, el diseñador escoge el material que cree más adecuado, con base en la experiencia de elementos que tienen un funcionamiento similar y que han mostrado buenos resultados. Sus ventajas:

- El diseñador se siente seguro con un material usado en el mismo campo y ensayado.
- Las características del material empleado ya han sido estudiadas previamente y por lo tanto no es necesario realizar estudios previos a la selección.
- Ahorro considerable de tiempo.

Sin embargo, el uso de este método en ocasiones conduce a serios problemas, ya que no se hace un estudio real del ambiente de trabajo del componente o equipo, el cual puede ser decisivo a la hora de escoger el material.

Para la aplicación acertada de este método proponemos recurrir a la opinión de expertos o a la realización de encuestas a especialistas, que descarten en gran medida posibles errores de apreciación y selección. El empleo de esta herramienta debe basarse en la obtención de la siguiente información:

1. Propiedades tecnológicas, económicas y socioecológicas que deben ser priorizadas.
2. Materiales existentes en el territorio o posibles a obtener que llevan intrínsecas las propiedades priorizadas .
3. De los materiales existentes en el territorio o posibles a obtener que llevan intrínsecas las propiedades priorizadas, cuál es el idóneo.

Para la obtención de la información anterior es necesario que el cuestionario a emplear contenga los requisitos exigidos al objeto, así como la relación de las propiedades tecnológicas, económicas y socioecológicas que tienen que ver con el objeto en cuestión con las casillas correspondientes para la valoración de su nivel de prioridad.

Por su parte el diseñador a cargo de la selección de los materiales debe estar en condiciones de emplear la información obtenida de manera acertada, lo que presupone definir, a partir de los materiales existentes en el territorio o posibles a obtener, cuáles llevan intrínsecas las propiedades priorizadas (definir el espectro aproximado de materiales a emplear) y a partir de aquí seleccionar el material idóneo priorizando las propiedades tecnológicas, económicas o socioecológicas, a partir de exigencias externas o de la propia decisión lógica.

Este es el método más recomendable en nuestras condiciones para la selección de los materiales, ya

que está al alcance de todos nuestros diseñadores, que tendrían en sus manos los resultados de la presente investigación, con la relación de las propiedades y un resumen de los valores de estas en los materiales de probable empleo en las condiciones de nuestro país.

El método de mapas de materiales se apoya en gráficas en las que se relacionan por pares ciertas propiedades de los materiales. El método fue diseñado exclusivamente para ser utilizado durante la etapa conceptual de la selección de materiales. En estos mapas se puede hacer una aproximación del material más adecuado (perteneciente a una determinada familia de materiales), con base en la relación de las propiedades más importantes que debe poseer el elemento.

Como es de esperar, rara vez el comportamiento de un elemento depende solo de una propiedad. De igual manera, los mapas de materiales, también denominados diagramas de Ashby, muestran que las propiedades de las diferentes clases de materiales pueden variar en amplios intervalos (dependiendo del estado de estos), formando grupos que se ubican en áreas cerradas, zonas o campos en tales diagramas. Eso significa que una misma familia de materiales puede tener una apreciable variación en sus propiedades, generando un campo o zona en los mapas. En estos mapas se relacionan, entre otras, propiedades como resistencia, módulo de elasticidad, densidad, tenacidad, conductividad térmica, costos, etcétera.

En Internet existe una amplia gama de bases de datos sobre materiales que han sido construidas para comercialización libre o son distribuidas por vendedores de materiales. Estas bases de datos son el resultado de investigaciones en ensayos de materiales. Las bases de datos se dividen básicamente en dos categorías, numéricas y literarias o de referencias bibliográficas.

También se dispone de software específico en el mercado para la selección de materiales, EduPack es uno de los más conocidos y empleados en el mundo del diseño e ingeniería. En su base de datos podemos encontrar hasta más de 3000 materiales diferentes, más de 200 procesos, todo tipo de datos técnicos, “notas científicas” e información completa e ilustrativa de todos estos materiales y procesos.

Volviendo al método propuesto, en el proceso de selección del material el diseñador y sus encuestados tendrán que formularse muchas preguntas, dentro de las cuales están:

1. PROPIEDADES MECÁNICAS:

- ¿Qué resistencia mecánica se necesita?
- ¿Es posible un fallo por deformación o fractura? ¿Hay alguna preferencia?
- ¿Cabe imaginar cargas dinámicas? En tal caso, ¿de qué tipo e intensidad?
- ¿Cabe imaginar cargas cíclicas? En tal caso, ¿de qué tipo e intensidad?

- ¿Se necesita resistencia al desgaste? ¿Mucha o poca? ¿Qué penetración?
- ¿Entre qué márgenes de temperaturas deben estar presentes estas propiedades?
- ¿Cuánto puede flexionarse o torcerse el material y seguir funcionando correctamente?

2. PROPIEDADES FÍSICAS:

- ¿Hay alguna característica de índole eléctrica?
- ¿Hay alguna característica de índole magnética?
- ¿Importan las características térmicas?
- ¿Importa la conductividad térmica?
- ¿El cambio de dimensiones con la temperatura?
- ¿Hay alguna característica de índole óptica?
- ¿Importa el peso?
- ¿Importa el aspecto?
- ¿Cuáles son los espesores máximo y mínimo?

3. AMBIENTE EN QUE EL PRODUCTO DEBE PRESTAR SERVICIO:

- ¿Cuáles son las temperaturas mayor, menor y normal de funcionamiento del elemento?
- ¿Se dan todas las características prescritas entre estos límites de temperatura?
- ¿Cuál es el ambiente en cuanto a corrosión o deterioro de las propiedades del material?
- ¿Qué vida útil se espera?
- ¿Cuál es el mantenimiento previsible del elemento?
- ¿Cuál es la responsabilidad potencial en caso de fallo?

- ¿En cuáles de las etapas del ciclo de vida del producto desarrolla el concepto de Sustentabilidad?
- ¿Cuáles de los conceptos de sustentabilidad se aplican?

4. FACTORES QUE INFLUYEN EN EL MÉTODO DE FABRICACIÓN:

- ¿Se han definido, en los casos posibles, componentes y medidas normalizados?
- ¿Cuántos componentes hay que fabricar?
- ¿A qué ritmo?

Pese a la natural inclinación a «precipitar las soluciones», todo el tiempo que se gaste en determinar requisitos se verá ampliamente recompensado, e implica confeccionar una lista con todos los factores y considerar todas las condiciones de servicio y uso. Numerosos fracasos y demandas son resultado de simples descuidos de índole técnica o de no haber previsto el diseñador las situaciones que el producto podría enfrentar.

Para realizar un estudio de los materiales aplicados al Diseño Industrial debemos contar con suficientes datos que nos permitan responder las siguientes interrogantes:

- ¿Cuáles son los materiales aptos para cada uso?
- ¿Qué propiedades son comunes a todos y cuáles son específicas para determinados materiales?

- ¿Hasta qué punto podemos tener datos exactos de los valores de esas propiedades?
- ¿Mediante qué métodos los podemos transformar?
- ¿Varían sus propiedades con el tiempo, con los factores ambientales y con el uso que se les da al producto?
- ¿Qué podemos hacer con el material cuando el producto finaliza su vida útil?

La respuesta a estas interrogantes es el objetivo final de la presente investigación.

CONCLUSIONES

Dadas las actuales limitaciones económicas de nuestro país, que se hacen extensivas a las posibilidades de empleo de los materiales en el diseño industrial, continuaremos desarrollando el método tradicional ajustado a nuestras características, en el cual la base de la selección radica en la consulta a expertos y/o especialistas, a través de los cuales obtendremos una mayor seguridad en la elección del material óptimo para cada objeto. Para lograr la eficiencia de este método, en lo adelante será necesario detallar todas las propiedades de los posibles materiales y mantener una constante actualización de los nuevos a nuestro alcance.

BIBLIOGRAFÍA:

Dorta E. (2015). *Estructura y resistencia de materiales para diseñadores*, La Habana, Facultad Diseño Industrial ISDi. (Digital).

Kalpakjian, S. y Schmid S. R. (2010). *Manufactura, ingeniería y tecnología* (volumen I), La Habana, Editorial Félix Varela.

Matta, J. P. (2012). *Diseño de una metodología para la selección de procesos de manufactura usando cartas y bases de datos* (Tesis de Grado), Facultad Ingeniería, Universidad EAN, Bogotá, Colombia.

Metodología, Diseño Industrial y Materiales. (2014). Departamento Técnico y Diseño Industrial, Universidad Politécnica de Barcelona.

Riba C. (2008). *Selección de materiales en el diseño de máquinas*, ediciones UPC/POLITEX, Universidad Politécnica de Cataluña. 1ra edición.

Rodríguez, G. (2014). *Manual de Diseño Industrial Curso Básico UAM-AGG*, ediciones G. Gili, S.A. de CV, México (3ra edición).

Rossa, A. (2014). *Diseño y selección de materiales*, Guadalajara, Universidad Panamericana.

Selección de materiales y procesos de manufactura. (2015). Cátedra de Diseño y Cátedra de Tecnología, Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño, Universidad Nacional de Córdoba.

RECIBIDO: 14 de septiembre de 2017

APROBADO: 21 de noviembre de 2017