

## La selección de materiales en el proceso de diseño en el Instituto Superior de Diseño de La Habana, Cuba.

The selection of materials in the design process at the Superior Institute of Design in Havana, Cuba.

D.I. Amanda Toledo Martínez  
[amytoledo1998f@gmail.com](mailto:amytoledo1998f@gmail.com)  
 ORCID: 0000-0002-9040-1152  
 Instituto Superior de Diseño  
 Universidad de La Habana  
 Cuba

**Autor para la correspondencia**

Dra.C. Noelia Barrueta Gómez  
[noeliabarrueta90@gmail.com](mailto:noeliabarrueta90@gmail.com)  
 ORCID: 0000-0002-0313-4376  
 Instituto Superior de Diseño  
 Universidad de La Habana  
 Cuba

MSc. Daniel Fadruga González  
[fadrag@isdi.co.cu](mailto:fadrag@isdi.co.cu)  
 ORCID: 0000-0003-4612-9662  
 Instituto Superior de Diseño  
 Universidad de La Habana  
 Cuba

MSc. Lemay Cruz Pujol  
[lemayc@isdi.co.cu](mailto:lemayc@isdi.co.cu)  
 ORCID: 0000-0002-8840-9905  
 Instituto Superior de Diseño  
 Universidad de La Habana  
 Cuba

### RESUMEN

En la formación de los diseñadores los materiales se estudian, por lo general, a partir de dos enfoques. El primero se relaciona con las características de los materiales que impactan en los sentidos del usuario como forma, temperatura, color y textura; esto se resume en el significado del material, cuyos mayores exponentes son: Dr. Elvin Karana, Paul Hekkert y Prabhu Kandachar. El segundo campo se refiere a los procesos de fabricación y de manufactura, donde destaca como referente mundial el Dr. Asby de la Escuela de Ingeniería de Cambridge. Es en este segundo enfoque que se centra el presente artículo. En los programas de estudio de nuestra institución el asunto de la selección de materiales se encuentra dividido en cuatro categorías: plásticos, metales, cerámicas y madera. En este escrito se pretende abordar todo lo que debe investigar y estudiar el diseñador industrial para hacer frente a la compleja, pero necesaria, labor de seleccionar el material idóneo para su producto.

### ABSTRACT

*The training of designers in terms of materials is generally studied from two approaches: the one related to the characteristics of the materials that impact the senses of the user, such as shape, temperature, color and texture; summarized this in the meaning of the material, whose greatest exponents are: Dr. Elvin Karana, Paul Hekkert and Prabhu Kandachar. The second field refers to manufacturing and manufacturing processes, where Dr. Asby from the Cambridge School of Engineering stands out as a world reference. This article focuses on the second. In the study programs of our institution, the matter of the selection of materials is divided into 4 categories: plastics, metals, ceramics and wood. This paper aims to address everything that must be investigated and studied by the industrial designer to face the complex but necessary task of selecting the right material for his product.*

### Palabras claves:

materiales  
 composites  
 diseño  
 requerimientos de materiales.

### Keywords:

Materials  
 Design  
 composite material requirements

---

Fecha Recibido:

04 / 03 / 2023

---

Fecha Aceptación:

04 / 08 / 2023

---

Fecha Publicación:

04 / 08 / 2023

---

## INTRODUCCIÓN

Un producto exitoso debe funcionar correctamente y debe ser manufacturable. Para lograr dicha funcionalidad las propiedades del material, los procesos productivos y la geometría del producto deben estar íntegramente relacionados con la función de este y a la vez cada uno ser independiente del otro; a ello se le denomina interdependencia. Es decir, el material seleccionado debe ser manufacturable con facilidad y a un costo razonable, además no debe perjudicar la geometría y debe satisfacer las propiedades deseadas para cumplir la función del producto (Pérez, M., & Peña, S., 2000).

Para el diseño de nuevos productos a través de la disciplina del Diseño Industrial resulta necesaria la aplicación de una metodología proyectual de Diseño, la cual ha sido utilizada en el Isdi por años, es considerada muy completa y ha tenido gran aceptación (Peña Martínez, S., 2008). Esta metodología se divide en diferentes etapas que permiten llegar a la concepción del producto final. Para ello se emplean herramientas que posibilitan la exploración de alternativas formales y funcionales; las mismas facilitan la búsqueda de soluciones innovadoras que resuelvan el problema planteado al inicio del proyecto. Sin embargo, en el Isdi no se cuenta con un método idóneo que garantice una selección eficiente del material de fabricación.

Karana, Hekkert, & Kandachar (2008) abordan la selección de los materiales desde sus características cuantitativas y cualitativas. Teniendo en cuenta que las cualitativas son las que requieren los diseñadores para atribuir significados a los productos a través del material.

El autor más destacado que aborda la problemática de selección y manufactura es el Dr. Mike Ashby (Ashby & Shercliff, 2014) de la Universidad de Cambridge, quien desarrolló una metodología tomada como referencia en todo el mundo. Dicha metodología permite visualizar y planear los materiales y procesos de elaboración más adecuados para confeccionar el producto desde el mismo inicio del proyecto y a través de todas sus etapas; al ofrecer una taxonomía de clasificación de materiales y procesos que posibilita conocer todas las

familias y clases de los mismos. Para apoyar este conocimiento se emplean cartas de propiedades de materiales, las cuales ayudan a seleccionar gráficamente los más adecuados. Finalmente se ofrece una estrategia para la selección de los materiales y una para la selección de los procesos. Esto permite que al finalizar el proyecto se conciba un nuevo producto, en el cual la selección de sus materiales y procesos de elaboración quedan justificadas según el estudio realizado de las propiedades del producto. Sin embargo, esta metodología tiene una gran desventaja: resulta bastante compleja y requiere muchos cálculos, por lo cual, si bien es adecuada para los ingenieros, para los estudiantes de diseño puede ser bastante engorrosa.

Al analizar la metodología del proceso de Diseño empleada actualmente en el Isdi, a través de encuestas y entrevistas realizadas a alumnos y profesores, es posible notar que no existe un procedimiento para la selección del material que se haya sistematizado a lo largo del tiempo y que tenga en cuenta todos los factores que conducen a una elección óptima. La selección se hace de manera empírica, basada generalmente en la comparación con los referentes existentes. Se suele escoger el material por motivos estéticos, sin analizar a profundidad los procesos productivos que se requieren para elaborar el producto o las propiedades específicas de cada material, en su lugar se suele describir la familia de materiales (metal, madera, plástico, etc.) pero sin llegar a analizar y seleccionar uno específico dentro de estas familias. No se tiene en cuenta la interdependencia entre las propiedades del material, la geometría del producto, los procesos productivos y la función del producto. Tampoco resulta común analizar el costo de los materiales cuando se realiza un proyecto como parte de la asignatura de Diseño Industrial, a pesar de lo importante que ello resultará en la vida laboral del estudiante una vez graduado. Además, en la mayoría de los casos el análisis de tecnología queda muy por debajo del resto de los factores.

En el instituto existe una necesidad de conocimiento acerca del proceso de selección de materiales, sin embargo, suele decirse que los métodos empleados en el resto del mundo no se ajustan al

modo de enseñanza del Isdi o a la metodología utilizada en él ya que requieren cálculos y análisis muy complejos para los cuales los estudiantes no están preparados, pues este contenido no forma parte del plan de estudio de la escuela.

El objetivo de este trabajo se dirige a romper un poco con ese pensamiento de que la selección de materiales es una competencia de ingeniería. Por ello se propone

1. Una metodología que, dentro del proceso de diseño que se lleva a cabo en nuestra institución, incluya los análisis requeridos en cada etapa para finalizar con el material idóneo según su forma, proceso tecnológico garante de esta y que, a su vez, todos tributen a la función del producto.

La hipótesis que se plantea: es factible, con la sistematización de la metodología propuesta, seleccionar materiales para productos de diseño que realmente cumplan con la finalidad de ser procesables mediante determinados métodos de fabricación, y que su forma se corresponda con la función para la cual están diseñados, al menor costo y con un bajo impacto ambiental.

## DESARROLLO

### Metodología. Materiales y métodos

Para dar respuesta al objetivo y para una posible validación de la hipótesis se utilizaron diferentes instrumentos de recolección de datos, así como una exhaustiva búsqueda bibliográfica, que ayudaron a resolver el problema de la selección de materiales en el proceso de diseño que se lleva a cabo en el Isdi. (Toranzo, L., Barrueta, N. & Fadruga, D. 2020). A continuación, se presentan algunos de esos instrumentos.

### Encuesta a estudiantes. Instrumento: cuestionario

Para la encuesta se seleccionó como población a los estudiantes de 3er. año debido a que ya superaron la esfera objeto y se están adentrando en la esfera maquinaria, por lo cual han realizado proyectos donde debieron escoger materiales para productos y ya tienen, por tanto, formados ciertos criterios y métodos (algunos más acertados, otros

quizás no tanto) para realizar esta selección. Para calcular el número de estudiantes a los cuales se les aplicaría la encuesta, de modo que fuera una muestra representativa, se empleó el programa estadístico *DecisionAnalyst STATS*. Con ayuda del mismo se realizó el cálculo de la muestra para una población de 73 estudiantes, se seleccionó un nivel de confianza de 95 %, dando como resultado una muestra de 30 estudiantes. Todos los miembros de la población estaban en igualdad de condiciones, por tanto, todos tenían la misma posibilidad de ser escogidos, lo cual significa que el tipo de muestreo utilizado fue para una muestra probabilística.

### Observación estructurada de proyectos presentados en el Isdi en el curso 2019-2020.

Objetivo de la observación: analizar cómo se realiza la selección de materiales en los proyectos presentados, defendidos y aprobados.

Instrumento: Lista de control.

La aplicación de este instrumento ayudó a determinar varios aspectos de los proyectos como: esfera de actuación en la que se enmarcaron los mismos, variantes utilizadas en la selección de materiales y etapa del proceso en la que se definió el material a utilizar, entre otros.

### Entrevista a profesores del Departamento de Diseño Industrial. Instrumento: guía de entrevista. (Toranzo, L., Barrueta, N. & Fadruga, D. 2020)

Objetivo: identificar los términos que deben introducirse en las clases de diseño para que sean compatibles con aquellos empleados por los ingenieros.

Esto responde al hecho de que existen en la literatura tablas que denominan las formas de fabricación de las superficies de manera distinta.

Durante la investigación se encontraron términos, usados por ingenieros principalmente, que no se corresponden con los empleados en el Isdi durante el proceso de diseño. Para un mejor entendimiento del estudiante se necesita sustituirlos por palabras propias de la metodología empleada en el instituto.

## Procedimiento para seleccionar materiales

Sin prejuicios relativos a materiales ni métodos de fabricación, el diseñador debe formarse una imagen clara de las características necesarias a cumplir por el producto para que se ajuste a su función.

Estos condicionantes generales se estudian en las diferentes tecnologías, aunque es necesario establecer una invariante para cada tipología de material y sistematizar el procedimiento.

Las tres categorías principales son:

1. Consideraciones de forma o geometría. (En la literatura se llama indistintamente a esta categoría forma o geometría).
2. Propiedades o características en general.
3. Aspectos relacionados con la fabricación.

Es preciso señalar que las consideraciones acerca de la forma influyen primordialmente en la elección del método de fabricación. Esto puede parecer obvio; sin embargo, la cuestión es más complicada de lo que se piensa en primera instancia. El diseñador debe contestar una serie de interrogantes normales a incluir antes de decidir la materialidad, y que sí se estudian en la academia, solo que la metodología no está sistematizada y no se exige siempre igual. Estas interrogantes pueden enmarcarse en tres categorías.

**Categoría uno:** conllevan al análisis de las diferentes consideraciones o condiciones.

- El tamaño relativo del componente. (Los procesos para generar forma varían con el tamaño de los productos).
- Forma: muy complicada, laminar, filar o volumétrica, plana o espacial, si tiene doble curvatura, si tiene ejes o planos de simetría, secciones transversales uniformes, si se acepta hacerla en más de una pieza.
- Cantidad de cotas a definir. (Garantizada esta parte con las asignaturas de Dibujo y Representación).
- Precisión de las cotas (tolerancias): saber si son todas estrictas, cuántas y cuáles son

restrictivas. (Importante para piezas que serán unidas a otras para cumplir su función).

- Cómo interfiere el componente con otras piezas. (Tipos de uniones y ajustes; se garantiza este conocimiento en las asignaturas Tecnología I y III).
- Acabados superficiales requeridos. Precisar si hay superficies que han de ser lisas, duras, cuáles necesitan acabado y cuáles no. (Competencias de Tecnología III).
- Posibilidad de que una dimensión se altere, por desgaste o corrosión, y la pieza continúe actuando aceptablemente. (Aspectos de tribología que se han impartido en materias optativas).

**Categoría dos:** aquí la definición de las propiedades acostumbra a ser una labor mucho más compleja. Entre los aspectos a considerar se tienen las siguientes condicionantes:

- Propiedades mecánicas.
  1. La resistencia mecánica que se necesita. (Cálculo de cargas y comparación con admisibles). (No se realiza en los proyectos).
  2. Si es posible un fallo por deformación o fractura. (Ídem).
  3. Habrá que considerar cargas dinámicas; si fuera el caso: ¿de qué tipo e intensidad? (Ídem).
  4. ¿Cabe imaginar cargas cíclicas? En tal caso, ¿de qué tipo e intensidad? (Ídem).
  5. Necesidad de resistencia al desgaste. Si es el caso ¿de mucha intensidad o de menos o poca y de qué penetración?
  6. Márgenes de temperaturas en los que deben estar presentes estas propiedades.
  7. Flexión admisible o curvatura admisible del material que le permita seguir funcionando correctamente.
- Propiedades físicas.
  1. Analizar si hay alguna característica de índole eléctrica.

2. Analizar si hay alguna característica de índole magnética.
3. Analizar si importan las características térmicas, la conductividad térmica y si hay cambio de dimensiones con la temperatura.
4. Analizar si hay alguna característica de índole óptica.
5. Analizar si importa el peso, y cuánto.
6. Análisis e importancia que se le debe atribuir al aspecto.
7. Decidir los espesores máximo y mínimo.

Otra zona importante a evaluar dentro de la categoría 2 es el ambiente en que el producto debe prestar servicio a lo largo de su vida:

1. Temperaturas mayor, menor y normal de funcionamiento del componente.
2. Analizar si se dan todas las características prescritas entre estos límites de temperatura.
3. Análisis del ambiente más riguroso esperable en cuanto a corrosión o deterioro de las propiedades del material.
4. Vida útil que se espera.
5. Mantenimiento previsible del producto.
6. Etapas del ciclo de vida del producto en que se desarrolla el concepto de sustentabilidad.
7. Conceptos de estrategias para el desarrollo sustentable que se aplica en el proyecto.

La última categoría de condicionantes atañe a los diversos factores que influyen en el método de fabricación.

### Categoría tres:

1. ¿Existe compatibilidad entre la forma seleccionada, las propiedades y el proceso que generará esta forma?
2. De los procesos por los que puede obtenerse la forma, ¿cuál resulta menos costoso y posee menor impacto ambiental negativo?
3. ¿Existe disponibilidad real en nuestra industria para la obtención del producto por el método de fabricación seleccionado?

4. Se conocen las propiedades mecánicas, físicas y medioambientales, ¿el material que responde bien a esas propiedades puede ser manufacturado por los procesos de los cuales se dispone en la industria?
5. ¿Es factible hacer cambio de propiedades, material, para garantizar el proceso del cual se dispone?
6. ¿Sacrificar el material óptimo por la ausencia del proceso que genera la forma o buscar alternativas al cambio de forma?

Por problemas de entrega a tiempo de un proyecto, por un cliente apurado, se suelen obviar pasos y «precipitar las soluciones». El tiempo que se emplee en determinar todos los requisitos se verá ampliamente recompensado, ello implica confeccionar una lista con todos los factores y considerar todas las condiciones de servicio y uso. Numerosos fracasos son resultado de simples descuidos de índole técnica o de no haber previsto el proyectista las situaciones que el producto podría razonablemente sufrir, aparte de la función específica y limitada para la cual lo diseñó.

### Resultados de la investigación

No existe un método generalizado: se busca y analiza la información para seleccionar los materiales de diversas maneras. Lo más común es indagar en internet y de forma empírica, sin el análisis de las condiciones antes expuestas. Gran parte de los alumnos se rige por los requisitos de diseño obtenidos del análisis de factores para hacer la selección. Por otro lado, un 15 % plantean que se guían por la finalidad del producto, principalmente por su función básica y el contexto donde será ubicado. La minoría expresa que le preguntan a los profesores o lo hacen buscando una estética. Lo que más tienen en cuenta al seleccionar los materiales son sus propiedades físicas, químicas y mecánicas, y por último el costo, aunque solo el 23,3 % de los estudiantes lo plantea como importante. Además, un 17% dice analizar los procesos productivos en relación con la forma para seleccionar el material y un 13 % considera el impacto ambiental, lo cual reitera la idea de que las condicionantes son ignoradas. Se pudo apreciar una gran dispersión en las respuestas; ello confirma la necesidad de modelar

un sistema o metodología que unido a las etapas o fases del proyecto cumpla el análisis de cada condicionante y como resultado se seleccione el material idóneo.

Como resultado de la observación estructurada se puede apreciar que en solo el 31,25 % de las tesis se tiene en cuenta la forma del producto para seleccionar el material, lo cual no sobrepasa ni siquiera el 50 % de las tesis revisadas. Esto evidencia la necesidad de identificar las condicionantes que hay que analizar antes de escoger el material.

En el 68,75 % de las tesis revisadas se tienen en cuenta los procesos productivos. Sin embargo, se limitan a hablar de las maquinarias y procesos disponibles según el taller o empresa donde se confeccionará el producto, pero no se llega a seleccionar los procesos específicos con los cuales se elaborará la geometría final del mismo.

En el 75 % de los trabajos se inicia el análisis de los materiales en la etapa problema. En algunos casos se escoge el material final en dicha etapa, no obstante, en la mayoría el material final se elige en la etapa concepto. Esto evidencia que no hay regularidades cumplibles en dicha metodología. En el otro 25 % de las tesis analizadas se empieza el análisis en la etapa necesidad y en los pocos trabajos

que llegan a la etapa de desarrollo no se modifica el material escogido con anterioridad.

Como resultado de la aplicación de los instrumentos para el diagnóstico de la situación actual de la selección de materiales en el proceso de diseño del Isdi, se elaboró un listado de condiciones, divididas en tres categorías, que servirán de punto de partida para validar la hipótesis planteada.

Se expone el esquema que recoge las fases y etapas del proceso de diseño y cómo deben ir introduciéndose cada uno de los análisis de las condicionantes planteadas en el momento correcto, comenzando por la fase concepto y terminando con la etapa de desarrollo del producto. (Peña Martínez, 2019)

Este esquema simplificado corresponde al **resultado de la tesis de investigación “Selección de materiales en el proceso de diseño en el Isdi”**, el cual ha sido modificado por los autores al introducirle las diferentes categorías que ayudan a la selección óptima de los materiales en cada fase del proceso de diseño.

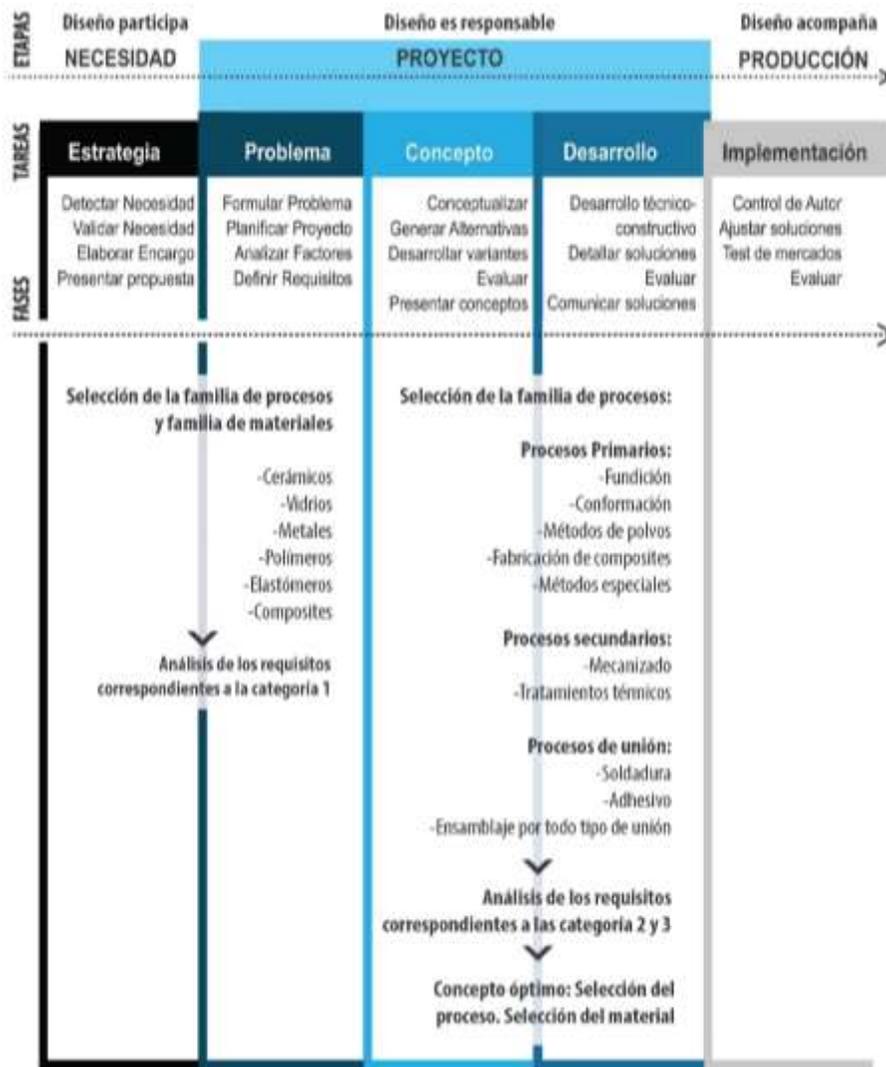


Figura 1. Esquema simplificado que relaciona las fases del proceso de diseño con las categorías definidas para la selección de materiales. (Elaboración propia).

**CONCLUSIONES:**

1. Se estableció la invariante para cada tipología de material, o sea todo lo que dependiendo de un material u otro deberá analizarse para la selección precisa del material adecuado.
2. Se definieron tres categorías principales que estarán en correspondencia con las fases del proceso de diseño y las etapas generales del mismo.
3. Dentro de las categorías se definieron: consideraciones de la forma o geometría, propiedades o características generales y aspectos relacionados con la fabricación.
4. Se propuso un esquema simple que permite sistematizar la metodología de diseño que se emplea en el Isdi al introducir el análisis que debe hacerse en cada fase para la selección del material.
5. Cada categoría incluye una serie de elementos claves a los cuales el diseñador debe dar respuesta anticipada para poder pasar de una fase del proceso a la siguiente, complementando cada una de forma correcta y con juicios y conclusiones acertadas.
6. Los elementos que se incluyen en cada categoría son estudiados en la academia y

están presentes en los programas de estudio del Isdi, por lo que solo se precisa sistematizar el conocimiento recibido en clases, talleres y asignaturas obligatorias y optativas.

7. El diseñador debe confeccionar una lista con todos los factores y considerar todas las condiciones de servicio y uso del producto.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

1. Ashby, M. (1992). *Materials Selection in Mechanical Design*. Oxford: PergamonPress.
2. Ashby, M., & Shercliff, H. (2014). *Materials engineering science processing and design*. Oxford: Department of Engineering.
3. Karana, E., Hekkert, P., & Kandachar, P. (2008). Materials considerations in product design: A survey on crucial material aspects used by product designers. *Materials & Design*, 29(6), 1081-1089.
4. Karana, E., Hekkert, P., & Kandachar, P. (2010). A tool for meaning driven materials selection. *Materials & Design*, 31(6), 2932-2941.
5. Peña Martínez, S. L. (2019). Modelo para caracterizar la profesión de Diseño en el contexto social y productivo de Cuba. La Habana: ISDi.
6. Peña Martínez, S. (2008). Propuesta de currículo para la formación de diseñadores . La Habana: ISDi.
7. Pérez, M., & Peña, S. (2000). DISEÑO. El Objeto de la profesión. *A3manos*, 2(2), 6-26.
8. Toranzo Hernández, L., Barrueta Gómez, N., & Fadruga González, D. (2020). Selección de materiales en el proceso de diseño. *A3manos*, 46-53.